

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

12.12.03

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

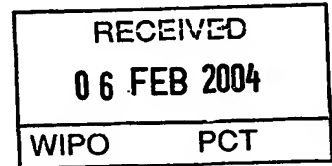
This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2003年 9月12日

出願番号
Application Number: 特願2003-320920

[ST. 10/C]: [JP 2003-320920]

出願人
Applicant(s): ソニー株式会社

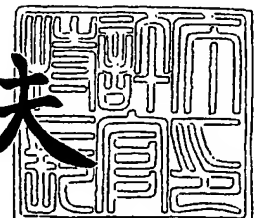


PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 1月23日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願
【整理番号】 0390299205
【提出日】 平成15年 9月12日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 H01L 27/14
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社内
 【氏名】 菰口 徹哉
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社内
 【氏名】 榎本 容幸
【特許出願人】
 【識別番号】 000002185
 【氏名又は名称】 ソニー株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100086298
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 船橋 國則
 【電話番号】 046-228-9850
【先の出願に基づく優先権主張】
 【出願番号】 特願2002-373415
 【出願日】 平成14年12月25日
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 007364
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 9904452

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

光を受光して光電変換を行う受光部と、該受光部を備えた基体上を覆う絶縁膜中に形成された光透過性材料からなる導波路とを具備し、前記導波路が外部からの入射光を前記受光部まで導くように構成された固体撮像素子において、

前記導波路は、光の入射方向から見た平面形状の大きさが当該光の入射側の面から前記受光部側に向けて小さくなる順テーパ形状部を有している

ことを特徴とする固体撮像素子。

【請求項 2】

前記絶縁膜中に形成された複数層の配線層を具備するとともに、

前記順テーパ形状部は、前記配線層の中で前記受光部上に最も大きく張り出す配線層よりも光の入射側に配されている

ことを特徴とする請求項 1 記載の固体撮像素子。

【請求項 3】

前記順テーパ形状部は、前記受光部の平面形状ではなく前記絶縁膜中に形成された配線層に対応した平面形状を有している

ことを特徴とする請求項 1 記載の固体撮像素子。

【請求項 4】

受光部を備えた基体上に絶縁膜を形成する工程と、前記絶縁膜の前記受光部に対応する箇所に開口部を形成する工程と、前記開口部に光透過性材料を埋め込んで導波路を形成すること工程とを行って、前記導波路が外部からの入射光を前記受光部まで導くように構成された固体撮像素子を製造する固体撮像素子の製造方法において、

前記開口部を形成する工程で、当該開口部を形成するためのフォトリソグラフィにおけるレジスト形状を順テーパ形状とし、エッチングによる開口部形成時に当該順テーパ形状を転写して、光の入射方向から見た平面形状の大きさが当該光の入射側の面から前記受光部側に向けて小さくなる順テーパ形状部を有した開口部を形成する

ことを特徴とする固体撮像素子の製造方法。

【請求項 5】

受光部を備えた基体上に絶縁膜を形成する工程と、前記絶縁膜の前記受光部に対応する箇所に開口部を形成する工程と、前記開口部に光透過性材料を埋め込んで導波路を形成すること工程とを行って、前記導波路が外部からの入射光を前記受光部まで導くように構成された固体撮像素子を製造する固体撮像素子の製造方法において、

前記開口部を形成する工程で、当該開口部を形成するためのエッチングプロセスにおけるエッチング条件を、等方性エッチングを抑制して順テーパ形状を形成するエッチング条件とし、光の入射方向から見た平面形状の大きさが当該光の入射側の面から前記受光部側に向けて小さくなる順テーパ形状部を有した開口部を形成する

ことを特徴とする固体撮像素子の製造方法。

【請求項 6】

光を受光して光電変換を行う受光部と、該受光部を備えた基体上を覆う絶縁膜中に形成された複数層の配線層と、該配線層を避けるように前記絶縁膜中に形成された光透過性材料からなる導波路とを具備し、前記導波路が外部からの入射光を前記受光部まで導くように構成された固体撮像素子において、

前記導波路は、光の入射側から前記配線層の脇部に向けて該導波路の平面形状の大きさが徐々に小さくなるように傾斜する第 1 傾斜部を有している

ことを特徴とする固体撮像素子。

【請求項 7】

前記導波路は、前記第 1 傾斜部に加えて、該第 1 傾斜部とは異なる角度で傾斜する第 2 傾斜部または傾斜を持たない無傾斜部を有している

ことを特徴とする請求項 6 記載の固体撮像素子。

【請求項 8】

前記第 1 傾斜部は、前記複数層の配線層のうち、その積層方向に重なり合う少なくとも 2 以上の配線層同士の位置関係に応じた傾斜角度を有している
ことを特徴とする請求項 7 記載の固体撮像素子。

【請求項 9】

前記複数層の配線層の中の少なくとも 1 つの配線層は、その端部が前記受光部上に張り出すように形成されている
ことを特徴とする請求項 7 記載の固体撮像素子。

【請求項 10】

光を受光して光電変換を行う受光部と、該受光部を備えた基体上を覆う絶縁膜中に形成された複数層の配線層と、該配線層を避けるように前記絶縁膜中に形成された光透過性材料からなる導波路とを具備し、前記導波路が外部からの入射光を前記受光部まで導くように構成された固体撮像素子において、

前記導波路は、その側壁面が第 1 の側面部と第 2 の側面部とからなり、
前記第 1 の側面部は、前記第 2 の側面部と異なる形状に形成されている
ことを特徴とする固体撮像素子。

【請求項 11】

少なくとも前記第 1 の側面部は、傾斜角度の異なる複数の傾斜部を有してなる
ことを特徴とする請求項 10 記載の固体撮像素子。

【請求項 12】

前記複数の傾斜部の中の少なくとも 1 つの傾斜部は、前記複数層の配線層のうち、その積層方向に重なり合う少なくとも 2 以上の配線層同士の位置関係に応じた傾斜角度を有している

ことを特徴とする請求項 11 記載の固体撮像素子。

【請求項 13】

前記複数層の配線層の中の少なくとも 1 つの配線層は、その端部が前記受光部上に張り出すように形成されている

ことを特徴とする請求項 10 記載の固体撮像素子。

【書類名】明細書

【発明の名称】固体撮像素子およびその製造方法

【技術分野】

【0001】

本発明は、導波路構造を有した固体撮像素子およびその製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

固体撮像素子の中には、集光効率を上げる手段としての導波路構造を利用したものがある（例えば、特許文献1および特許文献2参照）。導波路構造では、光を受光して光電変換を行う受光部上に光透過性材料からなる導波路を設け、さらにその上にオンチップレンズを設けた構成にすることで、オンチップレンズで集光された光を効率良く受光部に入射させるようになっている。

【0003】

図56は、従来における導波路構造の一例を示す側断面図である。図例のように、導波路構造の固体撮像素子では、表層部側にフォトダイオードとして機能する受光部1を備えた基体上に、ゲート絶縁膜2、素子分離絶縁膜3およびストッパSiN膜（エッチストップ膜）4を介して、絶縁膜5が形成されている。この絶縁膜5中には、受光部1からの信号電荷の読み出しおよび転送に必要となる転送ゲート6、多層の配線7、これらの配線7に伴う導電プラグ8が埋め込まれている。さらに、絶縁膜5中の受光部1に対応する箇所には、光透過性材料からなる導波路9が形成されている。そして、その絶縁膜5の上面側にパッシベーション10、平坦化膜11およびカラーフィルタ12を介してオンチップレンズ13が配設されている。

【0004】

このような導波路構造において、導波路9は、通常、絶縁膜5に導波路9用の開口を形成して受光部1を露出させた後、その開口に例えばプラズマCVD（Chemical Vapor Deposition）法により窒化ケイ素（P-SiN）等の光透過性材料を埋め込むことで形成するが、その光透過性材料は絶縁膜5に比して屈折率が高い。したがって、導波路9は、単に受光部1とオンチップレンズ13とを光学的に接続するだけでなく、導波路9と絶縁膜5との界面にて、臨界角より大きい入射角をもつ入射光を全反射させて、受光部1への集光効率を高めるようになっている。

【0005】

【特許文献1】特開平5-283661号公報

【特許文献2】特開2002-76312号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、上述した従来における導波路構造では、以下に述べるような問題点が生じてしまうおそれがある。例えば、多層の配線7を有した多層配線構造の固体撮像素子においては、デバイス構造上、その高さが高くなるため、導波路9を形成するための開口を深く設ける必要が生じる。また、固体撮像素子の多画素化に向けて画素面積が小さくなりつつある状況下では、それに伴って導波路9を形成するための開口面積も縮小する必要がある。つまり、導波路9を形成するための開口は、そのアスペクト比が高くなる傾向にある。そのため、開口に光透過性材料を埋め込む際には、その開口の間口部（最上部）への光透過性材料の堆積が促進され、成膜過程で間口径が狭くなってしまい、開口内部への光透過性材料の供給が抑制され、結果として光透過性材料の埋め込み性が悪くなってしまう。このような光透過性材料の埋め込み性の悪化は、形成された導波路9における集光効率の悪化や集光性のばらつき等を招いてしまうおそれがある。

【0007】

また、多画素化に伴って導波路9の平面的な大きさが小さくなると、光を導波路9内に導くのが困難となり、これによっても集光効率が低くなることが懸念される。この点に関

しては、平面的な大きさが極力大きくなるように、導波路 9 を形成するための開口をエッチングすることも考えられる。ところが、多層配線構造の固体撮像素子においては、配線 7 のレイアウトパターンの関係上、集光経路となる受光部 1 の上部に被さるように配線 7 が入り込む構造となる場合がある。そのため、単に開口面積を大きくしただけでは、その開口をエッチングする際に配線 7 が削られてしまい、固体撮像素子の信頼性低下や配線 7 との反応生成物によるパーティクルの発生等が懸念される。

【0008】

そこで、本発明は、光透過性材料の埋め込み性を改善して、集光効率の向上を図ることができ、また配線削れの発生を抑制して信頼性を確保することのできる固体撮像素子およびその製造方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明は、上記目的を達成するために案出された固体撮像素子である。すなわち、光を受光して光電変換を行う受光部と、該受光部を備えた基体上を覆う絶縁膜中に形成された光透過性材料からなる導波路とを具備し、前記導波路が外部からの入射光を前記受光部まで導くように構成された固体撮像素子において、さらに、前記導波路が、光の入射方向から見た平面形状の大きさが当該光の入射側の面から前記受光部側に向けて小さくなる順テーパ形状部を有していることを特徴とするものである。

【0010】

また、本発明は、上記目的を達成するために案出された固体撮像素子の製造方法である。すなわち、受光部を備えた基体上に絶縁膜を形成する工程と、前記絶縁膜の前記受光部に対応する箇所に開口部を形成する工程と、前記開口部に光透過性材料を埋め込んで導波路を形成すること工程とを行って、前記導波路が外部からの入射光を前記受光部まで導くように構成された固体撮像素子を製造する固体撮像素子の製造方法において、前記開口部を形成する工程で、当該開口部を形成するためのフォトリソパターニングにおけるレジスト形状を順テーパ形状とし、エッチングによる開口部形成時に当該順テーパ形状を転写して、光の入射方向から見た平面形状の大きさが当該光の入射側の面から前記受光部側に向けて小さくなる順テーパ形状部を有した開口部を形成することを特徴とする。

【0011】

また、本発明は、上記目的を達成するために案出された固体撮像素子の製造方法である。すなわち、受光部を備えた基体上に絶縁膜を形成する工程と、前記絶縁膜の前記受光部に対応する箇所に開口部を形成する工程と、前記開口部に光透過性材料を埋め込んで導波路を形成すること工程とを行って、前記導波路が外部からの入射光を前記受光部まで導くように構成された固体撮像素子を製造する固体撮像素子の製造方法において、前記開口部を形成する工程で、当該開口部を形成するためのエッチングプロセスにおけるエッチング条件を、等方性エッチングを抑制して順テーパ形状を形成するエッチング条件とし、光の入射方向から見た平面形状の大きさが当該光の入射側の面から前記受光部側に向けて小さくなる順テーパ形状部を有した開口部を形成することを特徴とする。

【0012】

上記構成の固体撮像素子および上記手順の固体撮像素子の製造方法によれば、導波路が順テーパ形状部を有している。すなわち、導波路を形成するための開口部を、平面形状の大きさが光の入射側の面から受光部側に向けて小さくなる順テーパ形状としておく。ここで、順テーパ形状部は、絶縁膜の光の入射側の面から受光部側に向けて、少なくとも導波路の一部に形成されていればよく、必ずしも導波路の全域にわたって形成されている必要はない。

このような順テーパ形状部を有した導波路では、その導波路を構成する光透過性材料が開口の間口部（最上部）に堆積しやすい傾向にあっても、順テーパ形状によって開口の間口部が広がっているため、その開口に光透過性材料を埋め込む際に間口部が塞がってしまうことがなく、開口内部へ光透過性材料が十分に供給されるようになる。また、例えば多画素化によって受光部の平面形状が小さくなくても、あるいは例えば受光部の上部

に配線等が被さるような構造が採用された場合であっても、その配線等との干渉を避けつつ、順テーパー形状によって開口の間口部については広くすることが可能となる。

【発明の効果】

【0013】

本発明に係る固体撮像素子およびその製造方法によれば、導波路が順テーパー形状部を有している。すなわち、導波路を形成するための開口部が、平面形状の大きさが光の入射側の面から受光部側に向けて小さくなる順テーパー形状を有したものとなっている。したがって、導波路を構成する光透過性材料の埋め込み性を改善して、受光部への集光効率の向上を図ることができ、また配線削れの発生を抑制して、固体撮像素子の信頼性を確保することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

以下、図面に基づき本発明に係る固体撮像素子およびその製造方法について説明する。

【0015】

まず、本発明に係る固体撮像素子の概略構成について説明する。図1は、本発明に係る固体撮像素子の概略構成の一例を示す側断面図である。なお、図中において、従来における固体撮像素子（図56参照）と同一の構成要素については、同一の符号を付している。

【0016】

図例のように、ここで説明する固体撮像素子は、フォトダイオードとして機能する受光部1を備えた基体上に、ゲート絶縁膜2、素子分離絶縁膜3およびストッパSiN膜（エッチストッパ膜）4を介して、絶縁膜5が形成されている。この絶縁膜5中には、受光部1からの信号電荷の読み出しおよび転送に必要となる転送ゲート6、多層の配線7、これらの配線7に伴う導電プラグ8等が埋め込まれている。さらに、絶縁膜5中の受光部1に対応する箇所には、光透過性材料からなる導波路20が形成されている。そして、その絶縁膜5の上面側にパッシベーション10、平坦化膜11およびカラーフィルタ12を介してオンチップレンズ13が配設されている。なお、導波路20は、絶縁膜5に比して屈折率が高い光透過性材料によって形成されている。

【0017】

ところで、ここで説明する固体撮像素子は、導波路20の形状が、従来における固体撮像素子（図56参照）とは異なっている。すなわち、導波路構造が従来の場合とは異なる。本実施形態で説明する導波路構造では、導波路が順テーパー形状部を有している。順テーパー形状部とは、光の入射方向から見た平面形状の大きさが、絶縁膜5の光入射側の面から、受光部1側に向けて徐々に小さくなるテーパー形状の部分のことをいう。

【0018】

順テーパー形状部は、図例のように、導波路20の全域にわたって形成することも考えられるが、必ずしも全域にわたって形成する必要はなく、絶縁膜5の光入射側の面から受光部側に向けて受光部1側に向けて、少なくとも導波路20の一部に形成されていればよい。さらに詳しくは、多層の配線7の中で受光部1上に最も大きく張り出す配線7（図中A参照）よりも光の入射側のみ、すなわち絶縁膜5の光入射側の面からその配線7に達する深さの部分にのみ、順テーパー形状部を配し、それ以外の部分はテーパー形状ではなくストレート形状とすることも考えられる。

【0019】

また、順テーパー形状部は、受光部1の平面形状ではなく、絶縁膜5中に形成された配線7、特に受光部1上に張り出す配線7に対応した平面形状を有していることが望ましい。

【0020】

ここで、導波路20の順テーパー形状部における平面形状について具体例を挙げて説明する。図2～4は、順テーパー形状部の平面形状の具体例を示す説明図である。

【0021】

例えば、図2に示すように、受光部1の平面形状が方形状である場合を例に挙げて考え

る。この場合、導波路 20 の平面形状も受光部 1 に対応して方形状とすることが考えられるが、受光部 1 上に張り出す配線 7 が存在していると、その配線 7 によって光の侵入が妨げられ、その分だけ光の到達面（受光面）が狭くなってしまう。

【0022】

このことから、導波路 20 に順テーパー形状部を設ける場合には、例えば図 3 に示すように、その順テーパー形状部の光入射側の開口 20 a の形状が方形状であっても、受光部 1 側の開口 20 b の形状を、受光部 1 上に張り出した配線 7 に対応した平面形状とすることが考えられる。このようにすれば、開口 20 a 側から入射した光を、配線 7 に遮られることなく、開口 20 b 側まで集光させることが可能となり、結果として入射光を効率良く受光部 1 まで到達させることが可能となる。

【0023】

また、順テーパー形状部は、必ずしも 1 つのテーパー角のテーパー形状からなるものである必要はなく、例えば異なる 2 つ以上のテーパー角のテーパー形状を組み合わせてなるものであっても構わない。その場合には、例えば図 4 に示すように、受光部 1 側の順テーパー形状部については、上述した図 3 の場合と同様に形成するが、その順テーパー形状部よりも光入射側の順テーパー形状部については、光入射側の開口 20 c の形状を開口 20 a よりもさらに広げるようにすることが考えられる。このようにすれば、受光部 1 側の順テーパー形状部の開口 20 a が狭くても、光入射側の順テーパー形状部の開口 20 c を広げることにより、より多くの光を受光部 1 に導くことができるようになる。

【0024】

図 5, 6 は、本発明に係る固体撮像素子の概略構成の他の例を示す側断面図であり、順テーパー形状部が異なる 2 つ以上のテーパー角のテーパー形状を組み合わせた場合の例を示す図である。なお、図中において、上述した固体撮像素子（図 1 参照）と同一の構成要素については、同一の符号を付している。

【0025】

図 5 に示すように、固体撮像素子における導波路 20 は、光の入射側から配線層 7 a の脇部（図中 A 参照）に向けて、その導波路 20 の平面形状の大きさが徐々に小さくなるように傾斜する第 1 傾斜部 20 d を有したものとすることが考えられる。このとき、導波路 20 は、第 1 傾斜部 20 d に加えて、その第 1 傾斜部 20 d とは異なる角度で傾斜する第 2 傾斜部 20 e を有しているものとする。ただし、第 2 傾斜部 20 e に代わって、全く傾斜を持たない無傾斜部（ただし不図示）を有していてもよい。

このような導波路 20 における第 1 傾斜部 20 d は、積層方向（上下方向）に重なり合う少なくとも 2 以上の配線層 7 a, 7 b 同士的位置関係に応じた傾斜角度を有しているものとする。すなわち、上下の各配線層 7 a, 7 b における端部の位置に応じて、その傾斜角度が特定されることになる。例えば、図例のように、下側の配線層 7 a の端部位置が受光部 1 上に大きく張り出しているのに対して、上側の配線層 7 b の端部位置が受光部 1 上に張り出しておらず、互いの端部位置に平面的な違いがある場合には、第 1 傾斜部 20 d の傾斜角度は、入射する光の光軸方向に対して大きく傾いたものとなる。

なお、第 1 傾斜部 20 d の傾斜角度は、必ずしも配線層 7 a, 7 b の受光部 1 側における端部がなす角度に一致させる必要はなく、配線層 7 a, 7 b の位置関係に応じたものであればよい。

【0026】

このように、第 1 傾斜部 20 d と第 2 傾斜部 20 e（または無傾斜部）とを組み合わせた順テーパー形状部を有する導波路 20 であっても、光入射側の開口を広げることにより、より多くの光を受光部 1 に導くことができるようになる。すなわち、従来における導波路構造（図 5 6 参照）では集光量が少なくなるため配線層 7 を受光部 1 付近に形成することができなかったが、上述したような第 1 傾斜部 20 d を有する導波路 20 を用いた導波路構造とすれば、受光部 1 への集光効率を向上させることができるようになる。したがって、例えば MOS (Metal Oxide Semiconductor) 型撮像素子（いわゆる CMOS センサ等）のような撮像素子において、受光部 1 付近に配線層 7 を形成することが可能となる。

また、受光部 1 の面積拡大→画素回路部の面積縮小に伴う、配線形成位置の制限という問題についても、これを解消し得るようになる。特に、配線層 7 a の端部位置が受光部 1 上に大きく張り出すように構成した場合には、そのことが顕著となる。

【0027】

また、図 6 に示すように、固体撮像素子における導波路 20 は、その側壁面が第 1 の側面部 20 f と第 2 の側面部 20 g とからなり、これら第 1 の側面部 20 f および第 2 の側面部 20 g によって、その導波路 20 の平面形状の大きさを徐々に小さくすることが考えられる。このとき、第 1 の側面部 20 f は、第 2 の側面部 20 g と異なる形状に形成されているものとする。そして、少なくとも第 1 の側面部 20 f は、傾斜角度の異なる複数の傾斜部 20 h, 20 i を有してなるものとする。これら複数の傾斜部 20 h, 20 i は、上述した第 1 傾斜部 20 d および第 2 傾斜部 20 e (または無傾斜部) と同様に構成することが考えられる。すなわち、複数の傾斜部 20 h, 20 i の中の少なくとも 1 つの傾斜部 20 h は、積層方向 (上下方向) に重なり合う少なくとも 2 以上の配線層 7 a, 7 b 同士的位置関係に応じた傾斜角度を有したものとし、また下側の配線層 7 a は、その端部位置が受光部 1 上に大きく張り出すように形成されたものとする。

【0028】

このように、第 1 の側面部 20 f と第 2 の側面部 20 g とを組み合わせた順テーパ形状部を有する導波路 20 であっても、光入射側の開口を広げることにより、より多くの光を受光部 1 に導くことができるようになる。すなわち、従来における導波路構造 (図 5 6 参照) では集光量が少なくなるため配線層 7 を受光部 1 付近に形成することができなかったが、上述したような第 1 の側面部 20 f を有する導波路 20 を用いた導波路構造とすれば、受光部 1 への集光効率を向上させることができるようになる。また、受光部 1 の面積拡大→画素回路部の面積縮小に伴う、配線形成位置の制限という問題についても、これを解消し得るようになる。特に、配線層 7 a の端部位置が受光部 1 上に大きく張り出すように構成した場合には、そのことが顕著となる。

【0029】

次に、以上のような構成の導波路構造の製造方法、すなわち本発明に係る固体撮像素子の製造方法の概要について説明する。図 7～11 は、本発明に係る固体撮像素子の製造方法を説明するための側断面図である。なお、ここでは、図 1 に示した固体撮像素子の製造方法を例に挙げて説明する。

【0030】

上述した固体撮像素子の製造にあたっては、先ず、図 7 に示すように、受光部 1、転送ゲート 6 を形成後、導波路開口エッチング時のエッチストップ膜となるストップ SiN 膜 4 を、受光部 1 上にゲート絶縁膜 2 を介して形成する。ストップ SiN 膜 4 については、導波路開口エッチング時の選択比を考慮して、その成膜材料として SiN を使用する。そして、ゲート絶縁膜 2 上に、多層の配線 7、これらの配線 7 に伴う導電プラグ 8、これらを埋め込むための絶縁膜 5 を形成する。絶縁膜 5 としては、酸化膜を使用することが考えられる。ここまでは、従来における固体撮像素子の製造手順と略同様である。

【0031】

その後、図 8 に示すように、導波路 20 のための開口を形成すべく、絶縁膜 5 の上面側にフォトレジスト膜 21 をパターンニングする。このとき、フォトレジスト膜 21 は、順テーパ形状部を有する導波路 20 を実現するために、パターンニングされた開口部分の断面レジスト形状を順テーパ形状とする。この順テーパ形状は、フォトレジスト膜 21 を成膜する際に通常用いられる周知技術を利用することで実現が可能である。また、順テーパ形状の角度等は、形成すべき順テーパ形状部の形状に応じて特定すればよい。

【0032】

フォトレジスト膜 21 の成膜後は、図 9 に示すように、エッチングにより開口部 22 を形成する。これにより、絶縁膜 5 の受光部 1 に対応する箇所 (受光部 1 の上方側) に開口部 22 が形成されることになる。ただし、このとき、フォトレジスト膜 21 が順テーパ形状となっているため、エッチングにより開口部 22 を形成すると、その開口部 22 にフ

フォトレジスト膜 21 の順テーパー形状が転写される。したがって、エッチングによって形成される開口部 22 は、光の入射方向から見た平面形状の大きさが、その光の入射側の面から受光部 1 側に向けて小さくなる順テーパー形状部を有したものとなる。

【0033】

また、エッチングにより開口部 22 を形成する際には、そのエッチングプロセスにおけるエッチング条件を、等方性エッチングを抑制して順テーパー形状を形成するエッチング条件としても構わない。具体的には、エッチングプロセス条件として、例えば C_4F_8 に代表される CF 系ガスのような堆積性の強いガスを使用し、側壁保護膜を形成することにより、等方性エッチングを抑制し、形成される開口部 22 が順テーパー形状を有するようにする。また、使用するガスの種類だけではなく、レジスト露光条件、エッチングガスの流量や圧力、RF バイアス電圧等を適宜選択調整することにより、等方的なエッチングを抑制し、これによってもテーパー形状を実現することが可能となる。すなわち、エッチングプロセスにおけるエッチング条件を調整することで、そのエッチングによって形成される開口部 22 は、順テーパー形状部を有したものとなる。

【0034】

このように、絶縁膜 5 中に形成される導波路 20 のための開口部 22 は、フォトリソトパターニングにおけるレジスト形状を順テーパー形状とするか、若しくはエッチングプロセスにおけるエッチング条件を等方性エッチングを抑制して順テーパー形状を形成するエッチング条件とするか、またはこれらの組み合わせにより、順テーパー形状部を有したものとなる。この順テーパー形状部の角度や深さ等は、レジスト形状やエッチング条件等の調整によって、所望する角度や深さ等に設定することが可能である。なお、レジスト形状やエッチング条件等については、周知技術を利用することで調整することが可能であるため、ここではその詳細な説明を省略する。

【0035】

開口部 22 の形成後は、図 10 に示すように、その開口部 22 に光透過性材料を埋め込んで導波路 20 を形成する。具体的には、例えば高密度プラズマ CVD 法により P-SiN 等の光透過性材料を埋め込むことで、導波路 20 を形成する。ただし、このとき、開口部 22 は順テーパー形状部を有したものとなっている。すなわち、順テーパー形状部によって、開口部 22 の間口部分（最上部）が広がっている。したがって、光透過性材料を埋め込む際には、開口部 22 内へのラジカル供給が促進され、その開口部 22 内に満遍なく光透過性材料が行き渡ることになる。しかも、光透過性材料を埋め込む際に、開口部 22 の間口付近に堆積物が付着しても、間口部分が広いことから、その堆積物によって間口部分が塞がってしまうこともない。これらのことから、順テーパー形状部を有した開口部 22 であれば、高アスペクト比を有するものであっても、光透過性材料を良好に埋め込むことが可能となる。そして、開口部 22 に光透過性材料を埋め込んで導波路 20 を形成した後は、エッチバック法または CMP (Chemical Mechanical Polishing; 化学的機械的研磨) 法によってグローバル平坦化処理を施す。

【0036】

その後は、図 11 に示すように、導波路 20 および絶縁膜 5 の上面側に、従来における固体撮像素子の製造手順と略同様の手順によって、パッシベーション 10、平坦化膜 11、カラーフィルタ 12 およびオンチップレンズ 13 を順に形成して、固体撮像素子を完成させる。

【0037】

以上のように、本実施形態で説明した固体撮像素子およびその製造方法によれば、導波路 20 が順テーパー形状部を有している。すなわち、導波路 20 を形成するための開口部 22 が、平面形状の大きさが光の入射側の面から受光部側に向けて小さくなる順テーパー形状部を有したものとなっている。したがって、開口部 22 に光透過性材料を埋め込んで導波路 20 を形成する際における、光透過性材料を埋め込み性が従来よりも向上する。また、開口部 22 の間口部分が堆積物によって塞がってしまうこともない。これらにより、高アスペクト比を有する開口部 22 に対しても、光透過性材料を良好に埋め込むことが可

能となり、結果として導波路 20 における集光効率の向上や特性ばらつきの低減等を実現可能となる。

【0038】

また、順テーパー形状部によって、導波路 20 の光入射側を大きく、受光部 1 側を小さくすることが可能なため、固体撮像素子の構造に最適な導波路形状を形成することができ、これによっても集光性が向上することになる。すなわち、導波路 20 の光入射側を大きいことにより、導波路 20 への入射光量を増大させることが可能となる。また、導波路 20 の受光部 1 側が小さいことにより、入射光を効率よく導波路 20 内部に取り込むことができ、例えば斜め方向へ放射された光も受光部 1 に集光し易くなる。これらによって、受光部 1 への集光性が向上することになる。

【0039】

さらには、例えば多画素化によって受光部 1 の平面形状が小さくなくても、あるいは例えば受光部 1 の上部に配線 7 等が被さるような構造が採用された場合であっても、その配線 7 等との干渉を避けつつ、順テーパー形状部によって開口部 22 の間口部分については広くすることが可能となる。つまり、順テーパー形状部によって導波路 20 と配線 7 との間の距離を広く取ることができるので、開口部 22 のエッチング時の配線削れが生じるのを回避することができ、固体撮像素子の信頼性向上や配線 7 との反応生成物によるパーティクル発生の抑制等も実現可能となる。

【0040】

これらのことは、特に多層配線構造を有する固体撮像素子においては、多層配線化や多画素化等に伴って、導波路 20 を形成するための開口部 22 のアスペクト比が高くなるため、非常に有効であると言える。

【0041】

また、本実施形態で説明したように、例えば受光部 1 上に最も大きく張り出す配線 7 よりも光の入射側のみに導波路 20 の順テーパー形状部を配した場合には、その順テーパー形状部を必要な部分にのみ設けることとなる。つまり、それ以外の部分はテーパー形状ではなくストレート形状としても構わないので、受光部 1 への光の集光効率を向上させる上では非常に好適なものとなる。

【0042】

さらに、本実施形態で説明したように、順テーパー形状部が、受光部 1 の平面形状ではなく、絶縁膜 5 中に形成された配線 7、特に受光部 1 上に張り出す配線 7 に対応した平面形状を有したものであれば、入射光が配線 7 に遮られることがないため、効率良く受光部 1 まで到達させることが可能となり、集光効率を向上させる上で非常に好適なものとなる。また、開口部 22 のエッチング時の配線削れを未然に回避できるので、固体撮像素子の信頼性向上にも寄与することとなる。

【0043】

また、本実施形態で説明した固体撮像素子の製造方法によれば、順テーパー形状部を、フォトリソパターニングにおけるレジスト形状を順テーパー形状とするか、若しくはエッチングプロセスにおけるエッチング条件を等方性エッチングを抑制して順テーパー形状を形成するエッチング条件とするか、またはこれらの組み合わせにより形成するようになっている。したがって、順テーパー形状部を形成する場合であっても、特別な工程の追加等を要することなく、その形成を容易に行うことが可能となる。

【0044】

しかも、エッチング条件の調整によって順テーパー形状部を形成する場合であれば、そのエッチング最中にも条件を可変することが可能となる。そのため、例えば一部のみに順テーパー形状部を設けたり、あるいは異なる 2 つ以上のテーパー角のテーパー形状を組み合わせたりする場合であっても、一度のエッチング処理を行うだけで、これらを容易に実現することが可能となる。

【0045】

なお、本実施形態で説明した固体撮像素子およびその製造方法は、例えば CCD (Char
出証特 2003-3112662

ge Coupled Device) 型のものであっても、あるいはCMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) 型のものであっても、導波路構造を有した固体撮像素子およびその製造方法であれば適用することが可能である。

【0046】

また、本実施形態では、本発明をその好適な具体例により説明したが、本発明が本実施形態に限定されないことは勿論である。特に、受光部1や導波路20の平面形状や多層配線構造等については一具体例に過ぎない。

【実施例1】

【0047】

次に、以上のような構成の固体撮像素子における導波路構造の製造方法について、具体例を挙げて説明する。図12～22は、本発明に係る固体撮像素子の製造方法の第1の実施例（以下「実施例1」という）を説明するための側断面図である。なお、ここでは、説明を簡単にするために、基体となるシリコン基板に形成された素子領域や素子分離領域等の構成については図示を省略している。

【0048】

実施例1では、まず、図12に示す如く、光電変換を行うダイオード112、SiN膜113、ポリ層間膜114、第1配線層116、第1配線層層間膜115、第1配線に適用したCuの拡散防止膜121、第1配線層と第2配線層間の層間膜122、第2配線層123、第2配線に適用したCuの拡散防止膜131、第2配線層と第3配線層間の層間膜132、第3配線層133、第3配線に適用したCuの拡散防止膜141、第3配線とその上層に配置される配線層との層間膜142で構成されるシリコン基板111に対して、図13に示すように、光導波路となる部分をリソグラフィ技術を用いて形成するために、マスクとなるレジスト151をパターニングする。なお、層間膜は、この例では全てSiO₂膜で、膜厚は、ポリ層間膜114が450nm、第1配線層層間膜115が150nm、第1配線層と第2配線層間の層間膜122と第2配線層と第3配線層間の層間膜132が200nm、第3配線の上層の層間膜142が300nmである。また、配線層116、123、133は、全てCu配線で、膜厚は全層200nmである。さらに、Cu拡散防止膜121、141は、全てSiC膜で、膜厚は50nmである。最下層のSiN膜113も50nmである。

【0049】

レジスト151のパターニング後は、図14に示すように、最上層配線上の層間膜142を等方的に加工する。さらには、図15に示すように、異方性エッチングで導波路が形成される領域の層間膜を加工し、導波路孔152を形成する。

導波路孔152の形成後は、図16に示すように、リソグラフィ技術で使用したレジスト151を除去する。そして、図17に示すように、光導波路の外管となる金属膜153を50nm成膜した後に、図18に示すように、その金属膜153を全面エッチバックし、導波路の外管となる金属膜153を側面にのみ残す。金属膜153としては、アルミニウムをこの例では使用した。ただし、低屈折率膜を側壁に使用し、内部の埋め込みを高屈折率膜にしたクラッド構造にしてもよい。

【0050】

その後は、図19に示すように、光導波路152の中に、高密度プラズマCVD法により、絶縁膜154を埋め込む。この絶縁膜154は、可視光に対してこれを透過させる透明な膜であるものとする。具体的には、この例では、通常のSiO₂膜を使用した。

そして、絶縁膜154の埋め込み後は、図20に示すように、CMP法により平坦化を行い、光導波路の部分以外に成膜された絶縁膜154を除去する。

なお、以上の手順では、光導波路152の中に透明絶縁膜154を埋め込むのにあたり、高密度プラズマCVD法を用いた場合を例に挙げたが、例えば塗布法により透明絶縁膜154の埋め込みを行うことも考えられる。その場合に、塗布法によって平坦化も同時に実現できれば、CMP法による平坦化プロセスは削除することが可能となる。

【0051】

実施例 1 における固体撮像素子の製造方法は上述の通りであるが、それ以降の工程では、光導波路 152 に光を十分入射させるべく、マイクロレンズを形成することも考えられる。すなわち、図 21 に示すように、平坦化後の透明絶縁膜 154 上に、SiN 膜 161、カラーフィルタ 162、マイクロレンズ 163 を形成するようにしても構わない。

また、上述した手順では、透明絶縁膜 154 の埋め込みを高密度プラズマ CVD 法で行い、その後 CMP 法により平坦化する場合を例に挙げたが、図 22 に示すように、CMP 法による平坦化を行わず、その上層に埋め込み絶縁膜 154 よりも屈折率の高い材料 155、例えば SiN 膜を成膜し、その膜 155 が光導波路上方部分にのみ残るようにエッチバックまたは CMP 法による平坦化を行って凹レンズを形成し、これにより光導波路に効率よく光を集光させるようにすることも考えられる。

さらに、実施例 1 では、光導波路になる部分を開口後、直ちに金属膜 153 を成膜する場合を例に挙げたが、絶縁膜を例えば 50 nm 形成後に、金属膜 153 を形成することも可能である。この場合、配線層と光導波路との耐圧を確保しやすい。

【実施例 2】

【0052】

次いで、本発明に係る固体撮像素子の製造方法の第 2 の実施例（以下「実施例 2」という）を説明する。図 23～33 は、本発明に係る固体撮像素子の製造方法の実施例 2 を説明するための側断面図である。なお、ここでも、説明を簡単にするために、基体となるシリコン基板に形成された素子領域や素子分離領域等の構成については図示を省略している。

【0053】

実施例 2 では、先ず、光電変換を行うダイオード 212、SiN 膜 213、ポリ層間膜 214、第 1 配線層 216、第 1 配線層層間膜 215、第 1 配線に適用した Cu の拡散防止膜 221、第 1 配線層と第 2 配線層間の層間膜 222、第 2 配線層 223、第 2 配線に適用した Cu の拡散防止膜 231、第 2 配線層と第 3 配線層間の層間膜 232、第 3 配線層 233、第 3 配線に適用した Cu の拡散防止膜 241、第 3 配線とその上層に配置される配線層との層間膜 242 で構成されるシリコン基板 211 に対して、図 23 に示すように、光導波路となる部分をリソグラフィ技術を用いて形成するために、マスクとなるレジスト 251 をパターンニングする。なお、層間・配線構成は実施例 1 の場合と同様である。

【0054】

レジスト 251 のパターンニング後は、図 24 に示すように、最上層配線上の層間膜 242 を加工する。具体的には、配線層 216、223、233 の一部乃至全てを被覆する大きさとなるように、最上層配線上の層間膜 242 に開口部を形成する。

そして、開口部の形成後に、図 25 に示すように、絶縁膜 243 を成膜し、さらには、図 26 に示すように、開口部の側面にのみ絶縁膜 243 が残るように、RIE (Reactive Ion Etching) により、その絶縁膜 243 に対する加工を行う。この例では、絶縁膜 243 として、SiN 膜を 200 nm 成膜した。

【0055】

その後は、図 27 に示すように、配線 216、223、233 に対して、十分な絶縁耐圧を確保する距離を有した大きさで、導波路孔をリソグラフィ技術と RIE 法により加工する。なお、図中の符号 252 はレジストである。

導波路孔の形成後は、図 28 に示すように、レジスト 252 の剥離を行い、その剥離後、光導波路の外管となる金属膜 253 として、例えばアルミニウムを 50 nm 成膜する。さらには、図 29 に示すように、その金属膜 253 を全面エッチバックし、導波路の外管となる金属膜 253 を側面にのみ残す。ただし、金属膜 253 は、アルミニウム膜ではなく、低屈折率膜を側壁に使用し、内部の埋め込みを高屈折率膜にしたクラッド構造にしてもよい。

【0056】

その後は、図 30 に示すように、光導波路の中に、高密度プラズマ CVD 法により、絶縁膜 254 を埋め込む。この絶縁膜 254 は、可視光に対してこれを透過させる透明な膜

であるものとする。具体的には、この例では、通常の SiO_2 膜を使用した。

そして、絶縁膜 254 の埋め込み後は、図 31 に示すように、CMP 法により平坦化を行い、光導波路の部分以外に成膜された絶縁膜 254 を除去する。

なお、以上の手順では、光導波路の中に透明絶縁膜 254 を埋め込むのにあたり、高密度プラズマ CVD 法を用いた場合を例に挙げたが、例えば塗布法により透明絶縁膜 254 の埋め込みを行うことも考えられる。その場合に、塗布法によって平坦化も同時に実現できれば、CMP 法による平坦化プロセスは削除することが可能となる。

【0057】

実施例 2 における固体撮像素子の製造方法は上述の通りであるが、それ以降の工程では、光導波路に光を十分入射させるべく、マイクロレンズを形成することも考えられる。すなわち、図 32 に示すように、平坦化後の透明絶縁膜 254 上に、 SiN 膜 261、カラーフィルタ 262、マイクロレンズ 263 を形成するようにしても構わない。

また、上述した手順では、透明絶縁膜 254 の埋め込みを高密度プラズマ CVD 法で行い、その後 CMP 法により平坦化する場合を例に挙げたが、図 33 に示すように、CMP 法による平坦化を行わず、その上層に埋め込み絶縁膜 254 よりも屈折率の高い材料 255、例えば SiN 膜を成膜し、その膜 255 が光導波路上方部分にのみ残るようにエッチバックまたは CMP 法による平坦化を行って凹レンズを形成し、これにより光導波路に効率よく光を集光させるようにすることも考えられる。

さらに、実施例 2 では、光導波路になる部分を開口後、直ちに金属膜 253 を成膜する場合を例に挙げたが、絶縁膜を例えば 50 nm 形成後に、金属膜 253 を形成することも可能である。この場合、配線層と光導波路との耐圧を確保しやすい。

【実施例 3】

【0058】

次いで、本発明に係る固体撮像素子の製造方法の第 3 の実施例（以下「実施例 3」という）を説明する。図 34～44 は、本発明に係る固体撮像素子の製造方法の実施例 3 を説明するための側断面図である。なお、ここでも、説明を簡単にするために、基体となるシリコン基板に形成された素子領域や素子分離領域等の構成については図示を省略している。

【0059】

実施例 3 では、まず、図 34 に示すように、光電変換を行うダイオード 312 および SiN 膜 313 から構成されるシリコン基板 311 において、ダイオード 312 上に形成される集光レンズの箇所に、リソグラフィ技術によりレジスト 313a をパターンニングする。そして、熱処理を施すことにより、図 35 に示すように、そのレジスト 313a を丸める。その後、 SiN 膜 313 とレジスト 313a とを同一のエッチングレートで加工すると、ダイオード 312 上には、図 36 に示すように、集光レンズが形成されることになる。

【0060】

集光レンズの形成後は、配線下の層間膜 313 形成、および、拡散層・ゲート電極とのコンタクト形成（図示せず）、第 1 配線層の層間膜 315、第 1 配線層 316、第 1 配線に適用した Cu の拡散防止膜 321、第 1 配線層と第 2 配線層間の層間膜 322、第 2 配線層 323、第 2 配線に適用した Cu の拡散防止膜 331、第 2 配線層と第 3 配線層間の層間膜 332、第 3 配線層 333、第 3 配線に適用した Cu の拡散防止膜 341、第 3 配線とその上層に配置される配線層との層間膜 342 を形成することで、図 37 に示す如き構造を得る。なお、配線・層間構造は、実施例 1 の場合と同様である。

【0061】

そして、上述した構造に対して、図 38 に示すように、光導波路となる部分をリソグラフィ技術を用いて形成するために、マスクとなるレジスト 351 をパターンニングし、その後レジスト 351 を利用して最上層配線上の層間膜 342 を等方的に加工する。このとき、層間膜 342 は、例えば 300 nm である。

さらには、図 39 に示すように、異方性エッチングで導波路が形成される領域の層間膜

を加工し、導波路孔を形成する。

導波路孔の形成後は、図40に示すように、リソグラフィ技術で使用したレジスト351を除去し、光導波路の外管となる金属膜353として、アルミニウム膜を50nm成膜する。そして、図41に示すように、その金属膜353を全面エッチバックし、導波路の外管となる金属膜353を側面にのみ残す。金属膜153としては、アルミニウムをこの例では使用した。ただし、金属膜353は、アルミニウム膜ではなく、低屈折率膜を側壁に使用し、内部の埋め込みを高屈折率膜にしたクラッド構造にしてもよい。

【0062】

その後は、図42に示すように、光導波路の中に、高密度プラズマCVD法により、絶縁膜354を埋め込む。この絶縁膜354は、可視光に対してこれを透過させる透明な膜であるものとする。具体的には、この例では、通常のSiO₂膜を使用した。

そして、絶縁膜354の埋め込み後は、図43に示すように、CMP法により平坦化を行い、光導波路の部分以外に成膜された絶縁膜354を除去する。

なお、以上の手順では、光導波路の中に透明絶縁膜354を埋め込むのにあたり、高密度プラズマCVD法を用いた場合を例に挙げたが、例えば塗布法により透明絶縁膜354の埋め込みを行うことも考えられる。その場合に、塗布法によって平坦化も同時に実現できれば、CMP法による平坦化プロセスは削除することが可能となる。

【0063】

実施例3における固体撮像素子の製造方法は上述の通りであるが、それ以降の工程では、光導波路に光を十分入射させるべく、マイクロレンズを形成することも考えられる。すなわち、図44に示すように、平坦化後の透明絶縁膜354上に、SiN膜361、カラーフィルタ362、マイクロレンズ363を形成するようにしても構わない。

また、図示しないが、実施例1,2の場合と同様に、高密度プラズマCVD法で埋め込んだ絶縁膜をCMPにより平坦化せず、その上層に埋め込み絶縁膜354よりも屈折率の高い材料を成膜し、その膜が導波路上方部分にのみ残るようにして凹レンズを組み合わせてもよい。

さらに、実施例3では、光導波路になる部分を開口後、直ちに金属膜353を成膜する場合を例に挙げたが、絶縁膜を例えば50nm形成後に、金属膜253を形成することも可能である。この場合、配線層と光導波路との耐圧を確保しやすい。

【実施例4】

【0064】

次いで、本発明に係る固体撮像素子の製造方法の第4の実施例（以下「実施例4」という）を説明する。図45～55は、本発明に係る固体撮像素子の製造方法の実施例4を説明するための側断面図である。なお、ここでも、説明を簡単にするために、基体となるシリコン基板に形成された素子領域や素子分離領域等の構成については図示を省略している。

【0065】

上述した実施例3では、ダイオード312の直上に集光レンズを配置した構成を例に挙げて説明したが、図45に示すように、ダイオード412より離れた場所に集光レンズ454を配置してもよく、その場合には集光レンズ454の加工時のダメージがダイオード412に及ぶのを回避し得るようになる。このとき、集光レンズ454は、半球面レンズよりも、集光性を上がると考えられる凸レンズと凹レンズを組み合わせた構造にすることが望ましい。そこで、実施例4では、凸レンズと凹レンズを組み合わせた構造の集光レンズ454とした場合製造手順を説明する。

【0066】

実施例4では、まず、図46に示すように、素子及びその分離領域（共に図示せず）、光電変換を行うダイオード412、SiN膜413、ポリ層間膜414が形成されたシリコン基板411において、ダイオード412上に形成されるレンズ領域に対応するように、リソグラフィ技術によりレジスト414aをパターンニングする。そして、図47に示すように、レジスト414aを利用してポリ層間膜414を等方的に加工して、凹レンズ形

成を行う。その後、図48に示すように、凹レンズ形成に使用したレジスト414aを剥離し、さらには、図49に示すように、SiN膜414bを成膜する。このとき、レンズを形成する材料は、SiN膜に限られる訳ではないが、ポリ層間膜414よりも屈折率の高い材料である必要がある。なお、ポリ層間膜は、この例ではSiO₂膜を使用している。

【0067】

SiN膜414bの成膜後は、図50に示すように、そのSiN膜414bをCMP法により平坦化する。そして、図51に示すように、光電変換を行うダイオード412上に形成される集光レンズの箇所に、リソグラフィ技術によりレジスト414cをパターンニングするとともに、図52に示すように、熱処理を施すことにより、そのレジスト414cを丸める。その後、SiN膜414bとレジスト414cとを同一のエッチングレートで加工すると、ダイオード412上には、図53に示すように、集光レンズ414bが形成されることになる。

【0068】

それ以降は、図54に示すように、第1配線層の層間膜415を成膜する。そして、レンズ形成によりできた凸部をCMP法により平坦化すると、図55に示すように、第1配線層を形成する前の状態となる。その後は、通常のデュアルダマシン法によるCu配線形成過程と、実施例1,2で示した導波路形成過程を経て、図45に示した固体撮像素子が形成されることになる。

【0069】

以上に説明した実施例1~4によれば、配線層のレイアウトによる光導波路の配置領域の制約を最小限に留め、十分な光量を受光部に入射させることが可能になる。また、光導波路と受光部との間に集光レンズを形成することで、光導波路の下方側で反射した光が、隣接する画素に漏れるのを抑制することもできるようになる。したがって、高感度の固体撮像素子を提供することができるのである。

【0070】

なお、上述した実施例1~4は、配線層として3層構造のものを例に挙げたが、本発明は、必ずしも三層配線の場合に限定されるものではない。さらに、実施例1~4では、配線としてCuを適用した場合を説明したが、本発明がCu配線に限定されるものでないことは勿論である。

【図面の簡単な説明】

【0071】

【図1】本発明に係る固体撮像素子の概略構成の一例を示す側断面図である。

【図2】本発明に係る固体撮像素子の順テーパ形状部の平面形状の具体例を示す説明図（その1）である。

【図3】本発明に係る固体撮像素子の順テーパ形状部の平面形状の具体例を示す説明図（その2）である。

【図4】本発明に係る固体撮像素子の順テーパ形状部の平面形状の具体例を示す説明図（その3）である。

【図5】本発明に係る固体撮像素子の概略構成の他の例を示す側断面図（その1）である。

【図6】本発明に係る固体撮像素子の概略構成の他の例を示す側断面図（その1）である。

【図7】本発明に係る固体撮像素子の製造方法の概要を説明するための側断面図（その1）である。

【図8】本発明に係る固体撮像素子の製造方法の概要を説明するための側断面図（その2）である。

【図9】本発明に係る固体撮像素子の製造方法の概要を説明するための側断面図（その3）である。

【図10】本発明に係る固体撮像素子の製造方法の概要を説明するための側断面図（

その4)である。

【図11】本発明に係る固体撮像素子の製造方法の概要を説明するための側断面図(その5)である。

【図12】本発明に係る固体撮像素子の製造方法の実施例1を説明するための側断面図(その1)である。

【図13】本発明に係る固体撮像素子の製造方法の実施例1を説明するための側断面図(その2)である。

【図14】本発明に係る固体撮像素子の製造方法の実施例1を説明するための側断面図(その3)である。

【図15】本発明に係る固体撮像素子の製造方法の実施例1を説明するための側断面図(その4)である。

【図16】本発明に係る固体撮像素子の製造方法の実施例1を説明するための側断面図(その5)である。

【図17】本発明に係る固体撮像素子の製造方法の実施例1を説明するための側断面図(その6)である。

【図18】本発明に係る固体撮像素子の製造方法の実施例1を説明するための側断面図(その7)である。

【図19】本発明に係る固体撮像素子の製造方法の実施例1を説明するための側断面図(その8)である。

【図20】本発明に係る固体撮像素子の製造方法の実施例1を説明するための側断面図(その9)である。

【図21】本発明に係る固体撮像素子の製造方法の実施例1を説明するための側断面図(その10)である。

【図22】本発明に係る固体撮像素子の製造方法の実施例1を説明するための側断面図(その11)である。

【図23】本発明に係る固体撮像素子の製造方法の実施例2を説明するための側断面図(その1)である。

【図24】本発明に係る固体撮像素子の製造方法の実施例2を説明するための側断面図(その2)である。

【図25】本発明に係る固体撮像素子の製造方法の実施例2を説明するための側断面図(その3)である。

【図26】本発明に係る固体撮像素子の製造方法の実施例2を説明するための側断面図(その4)である。

【図27】本発明に係る固体撮像素子の製造方法の実施例2を説明するための側断面図(その5)である。

【図28】本発明に係る固体撮像素子の製造方法の実施例2を説明するための側断面図(その6)である。

【図29】本発明に係る固体撮像素子の製造方法の実施例2を説明するための側断面図(その7)である。

【図30】本発明に係る固体撮像素子の製造方法の実施例2を説明するための側断面図(その8)である。

【図31】本発明に係る固体撮像素子の製造方法の実施例2を説明するための側断面図(その9)である。

【図32】本発明に係る固体撮像素子の製造方法の実施例2を説明するための側断面図(その10)である。

【図33】本発明に係る固体撮像素子の製造方法の実施例2を説明するための側断面図(その11)である。

【図34】本発明に係る固体撮像素子の製造方法の実施例3を説明するための側断面図(その1)である。

【図35】本発明に係る固体撮像素子の製造方法の実施例3を説明するための側断面

図(その2)である。

【図36】本発明に係る固体撮像素子の製造方法の実施例3を説明するための側断面図(その3)である。

【図37】本発明に係る固体撮像素子の製造方法の実施例3を説明するための側断面図(その4)である。

【図38】本発明に係る固体撮像素子の製造方法の実施例3を説明するための側断面図(その5)である。

【図39】本発明に係る固体撮像素子の製造方法の実施例3を説明するための側断面図(その6)である。

【図40】本発明に係る固体撮像素子の製造方法の実施例3を説明するための側断面図(その7)である。

【図41】本発明に係る固体撮像素子の製造方法の実施例3を説明するための側断面図(その8)である。

【図42】本発明に係る固体撮像素子の製造方法の実施例3を説明するための側断面図(その9)である。

【図43】本発明に係る固体撮像素子の製造方法の実施例3を説明するための側断面図(その10)である。

【図44】本発明に係る固体撮像素子の製造方法の実施例3を説明するための側断面図(その11)である。

【図45】本発明に係る固体撮像素子の製造方法の実施例4を説明するための側断面図(その1)である。

【図46】本発明に係る固体撮像素子の製造方法の実施例4を説明するための側断面図(その2)である。

【図47】本発明に係る固体撮像素子の製造方法の実施例4を説明するための側断面図(その3)である。

【図48】本発明に係る固体撮像素子の製造方法の実施例4を説明するための側断面図(その4)である。

【図49】本発明に係る固体撮像素子の製造方法の実施例4を説明するための側断面図(その5)である。

【図50】本発明に係る固体撮像素子の製造方法の実施例4を説明するための側断面図(その6)である。

【図51】本発明に係る固体撮像素子の製造方法の実施例4を説明するための側断面図(その7)である。

【図52】本発明に係る固体撮像素子の製造方法の実施例4を説明するための側断面図(その8)である。

【図53】本発明に係る固体撮像素子の製造方法の実施例4を説明するための側断面図(その9)である。

【図54】本発明に係る固体撮像素子の製造方法の実施例4を説明するための側断面図(その10)である。

【図55】本発明に係る固体撮像素子の製造方法の実施例4を説明するための側断面図(その11)である。

【図56】従来の固体撮像素子における導波路構造の一例を示す側断面図である。

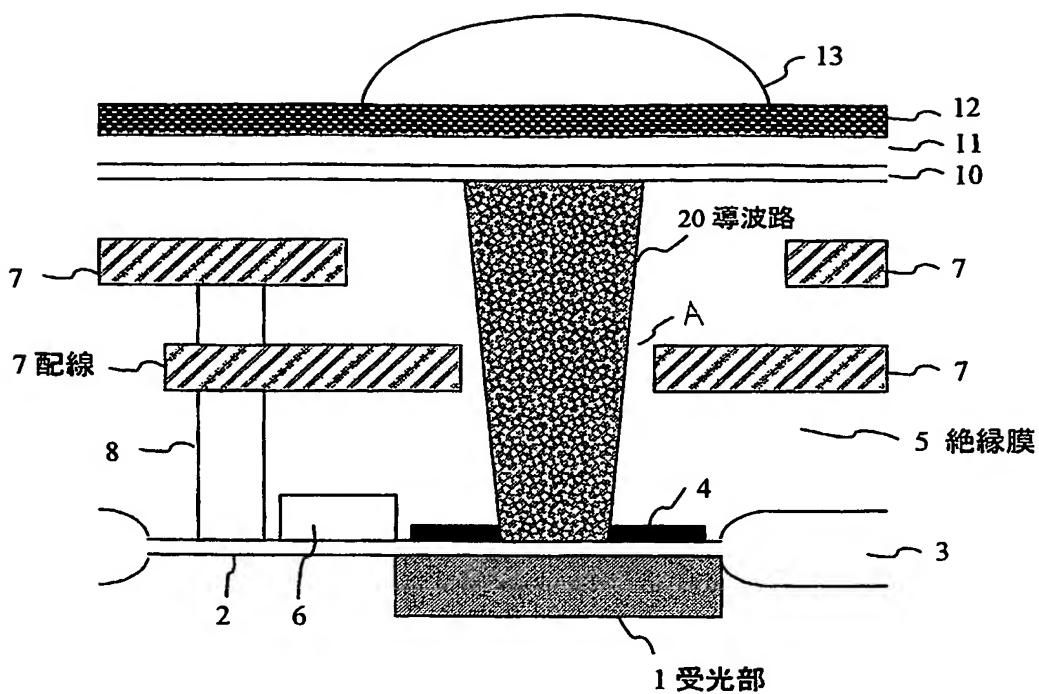
【符号の説明】

【0072】

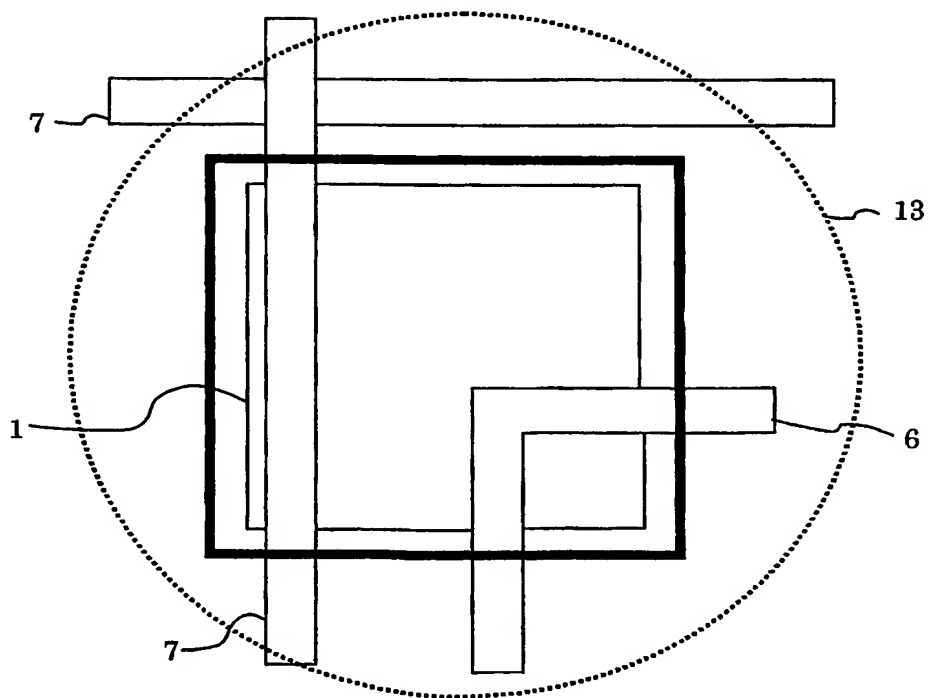
1…受光部、2…ゲート絶縁膜、3…素子分離絶縁膜、4…ストッパSiN膜、5…絶縁膜、6…転送ゲート、7…配線、8…導電プラグ、10…パッシベーション、11…平坦化膜、12…カラーフィルタ、13…オンチップレンズ、20…導波路、20d…第1傾斜部、20e…第2傾斜部、20f…第1の側面部、20g…第2の側面部、21…フォトレジスト膜、22…開口部

【書類名】 図面

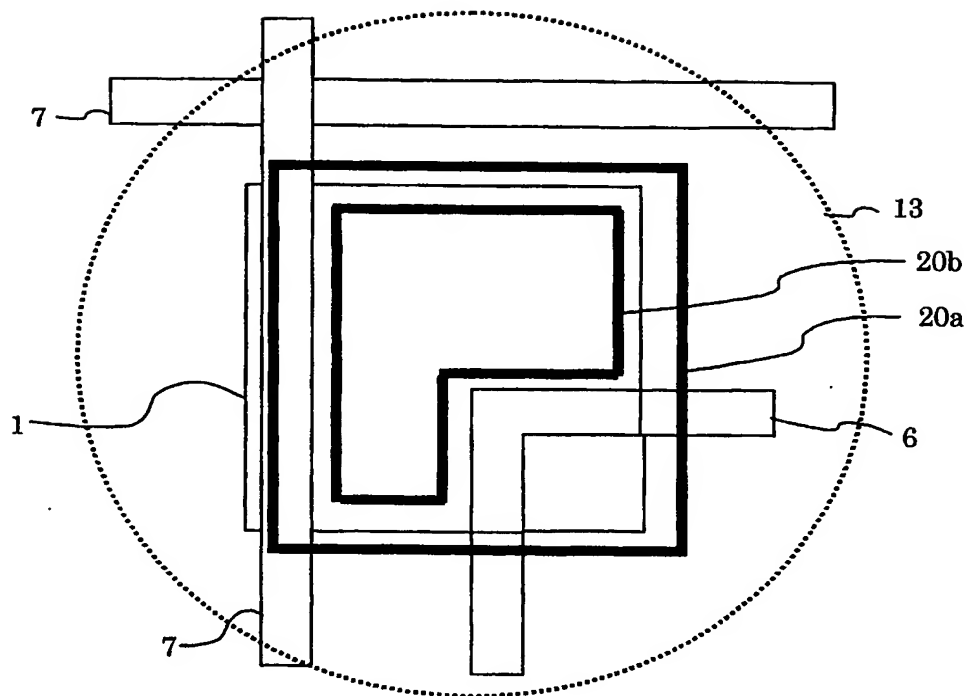
【図 1】



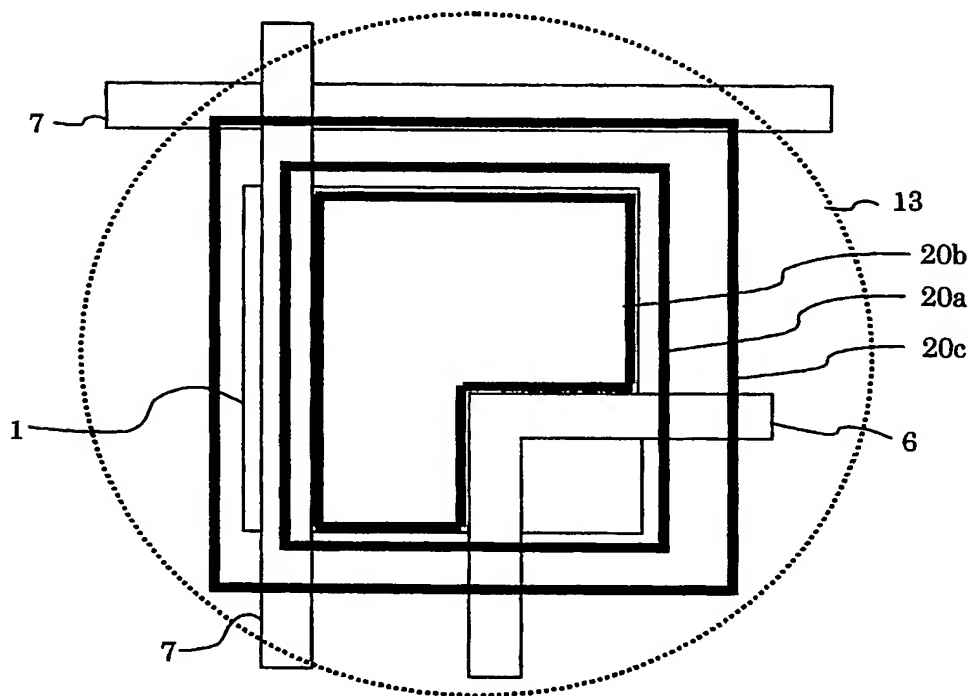
【図 2】



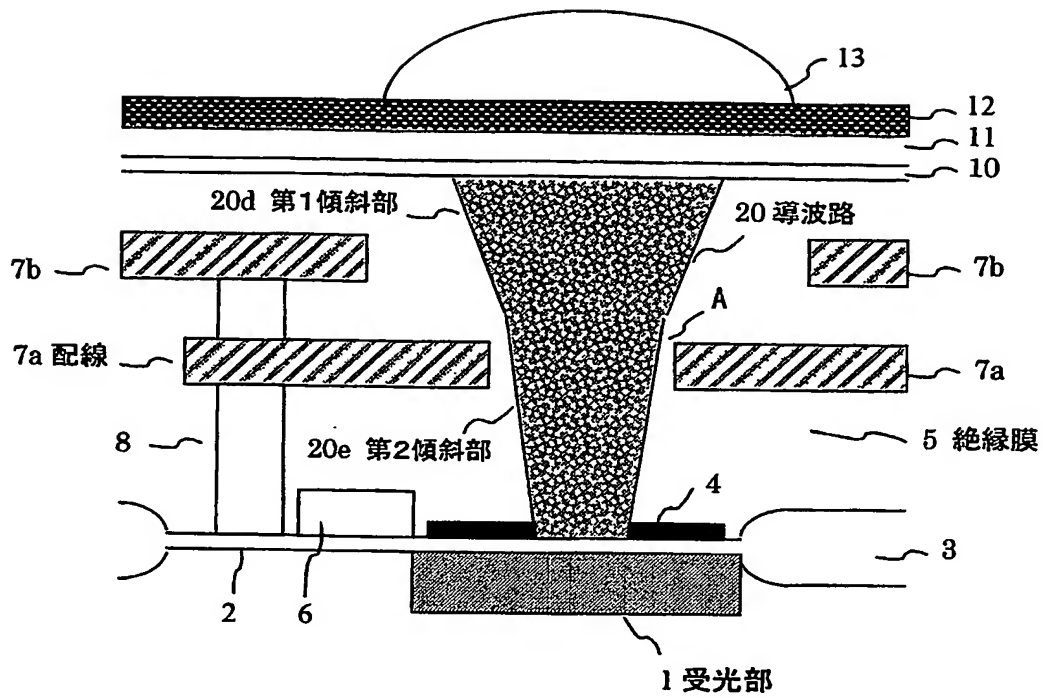
【図 3】



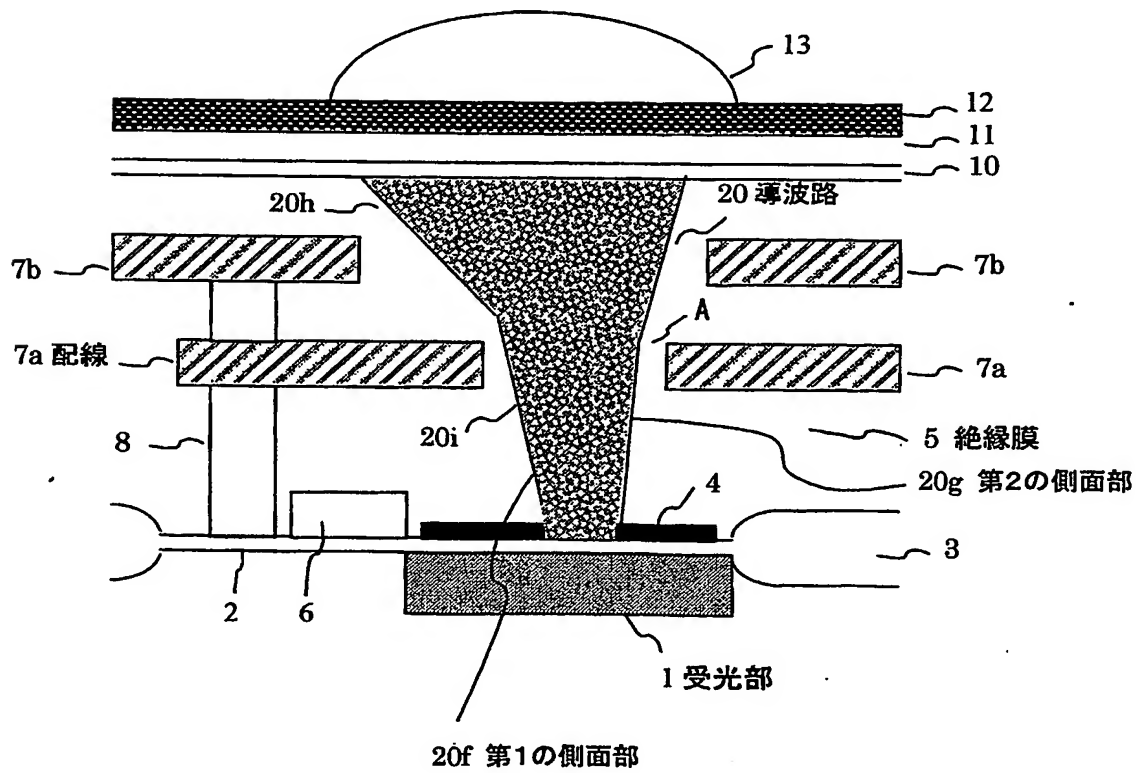
【図 4】



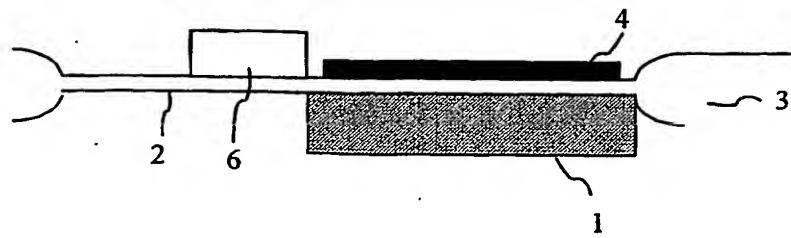
【図 5】



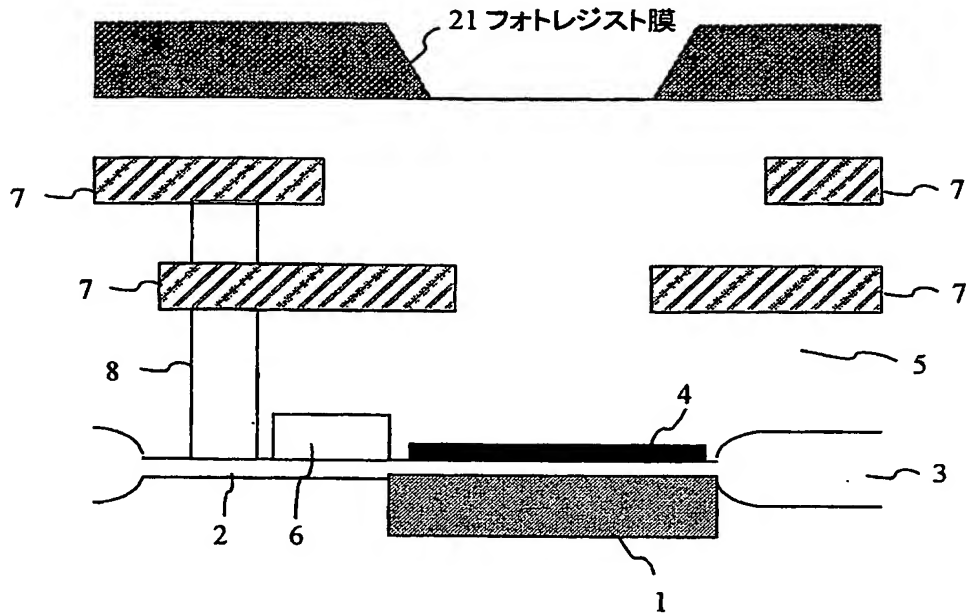
【図 6】



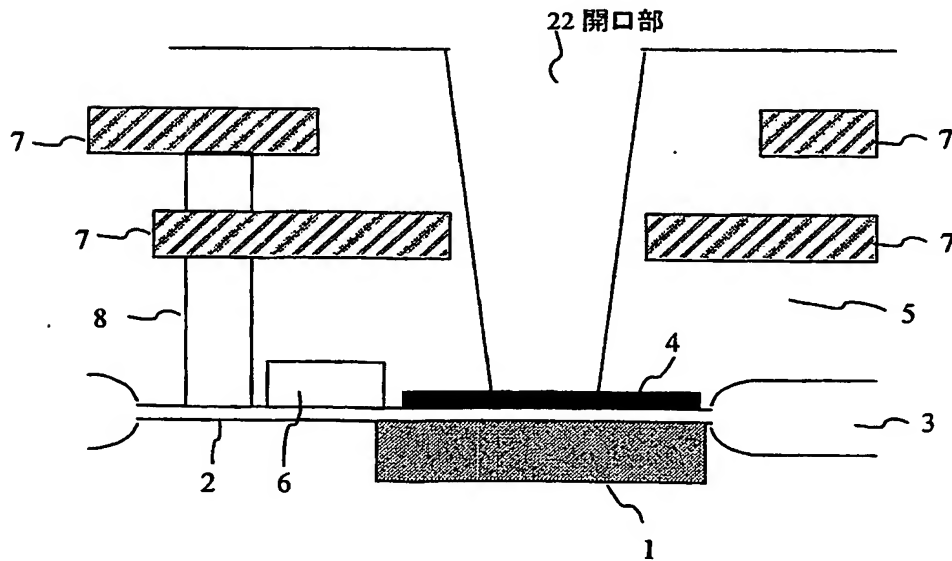
【図 7】



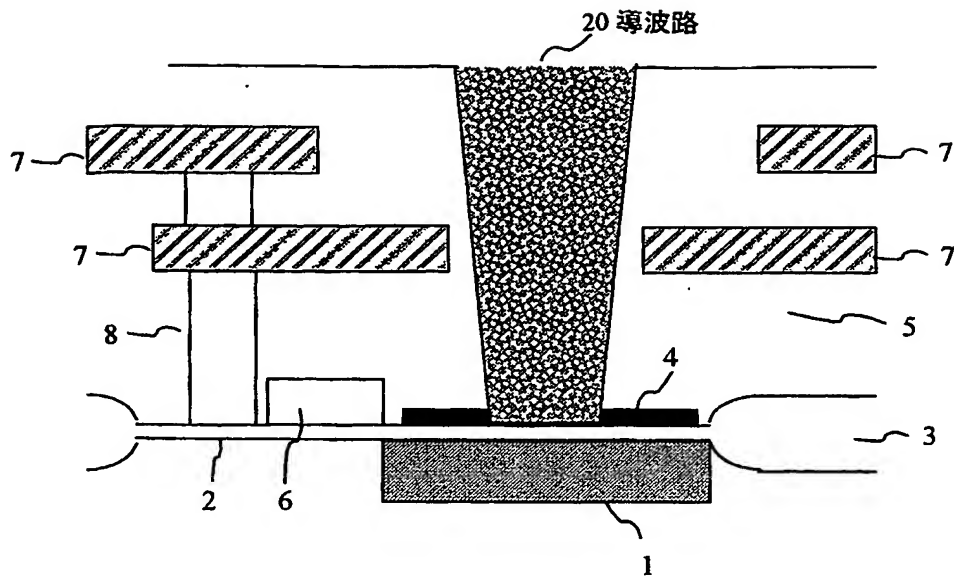
【図 8】



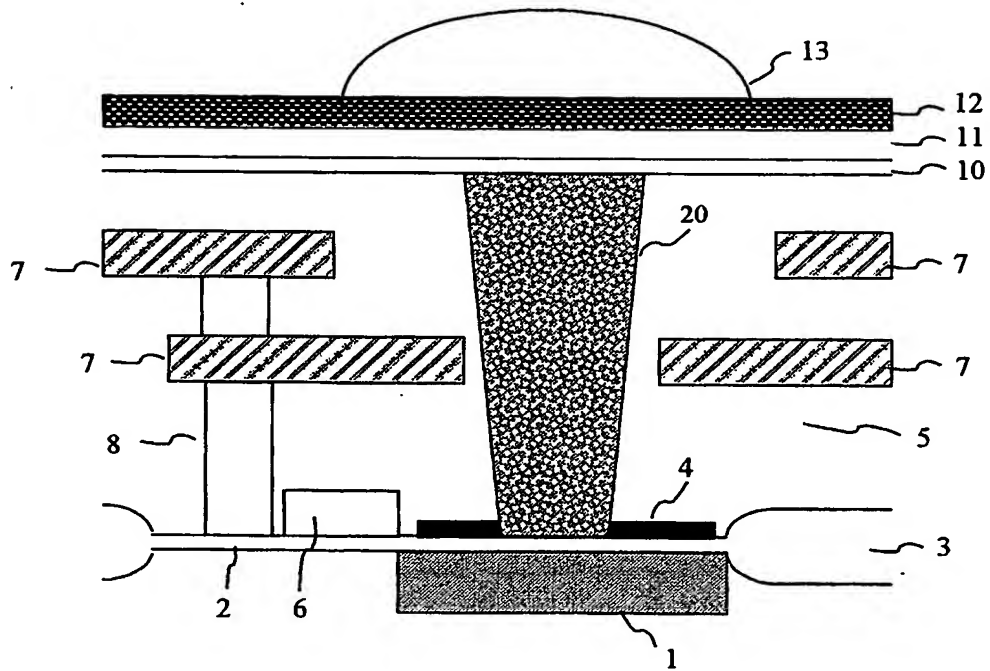
【図 9】



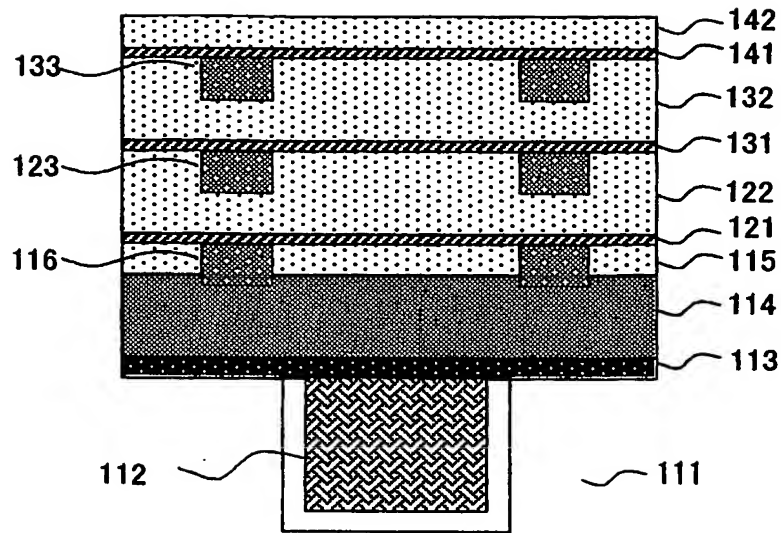
【図10】



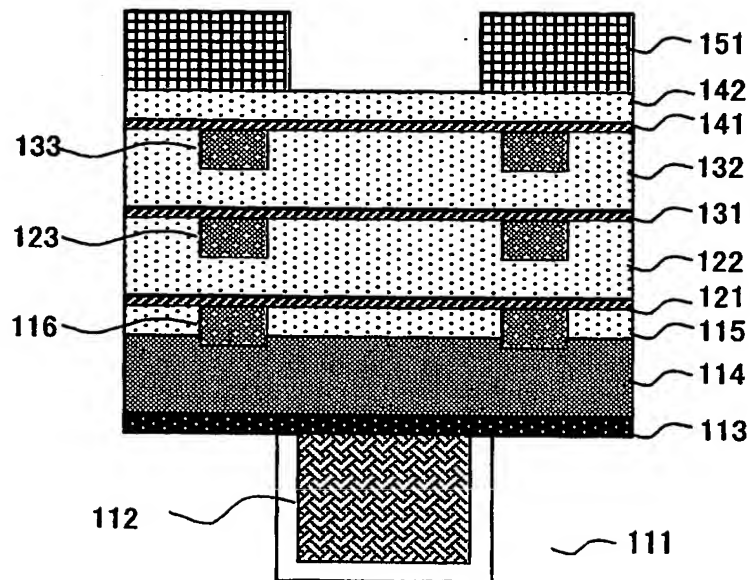
【図11】



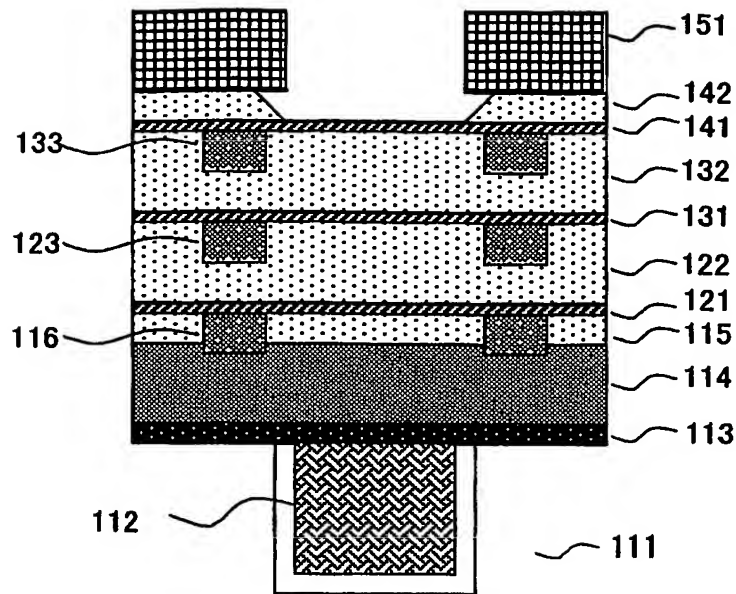
【図 12】



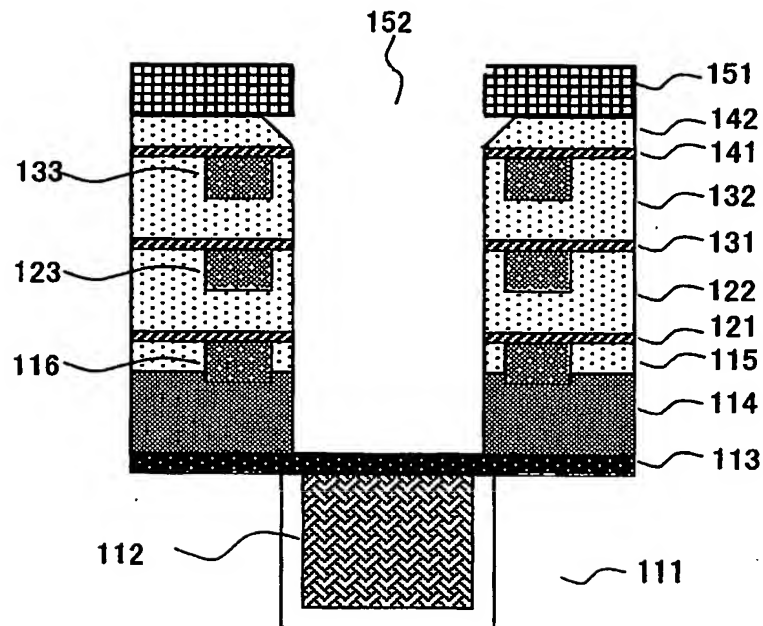
【図 13】



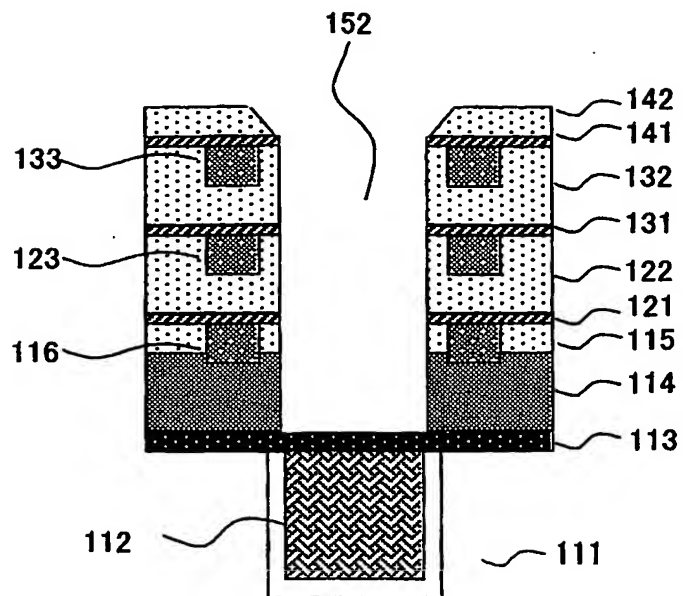
【図 14】



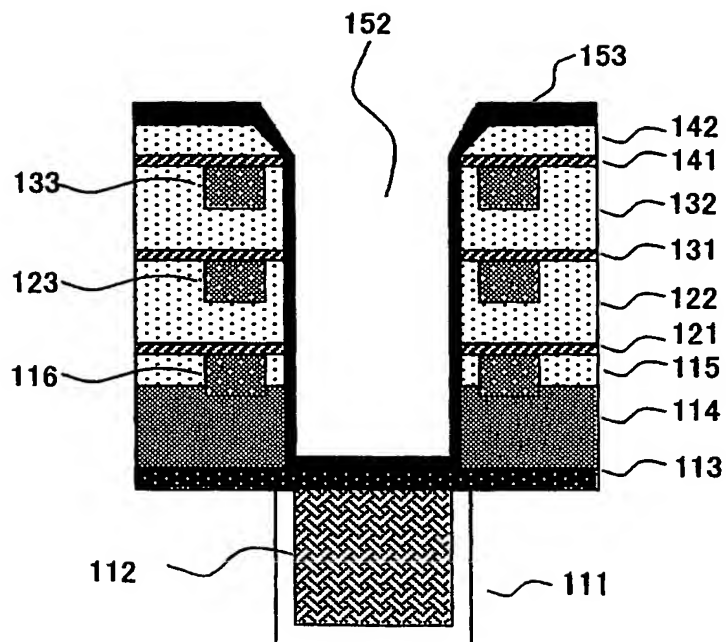
【図 15】



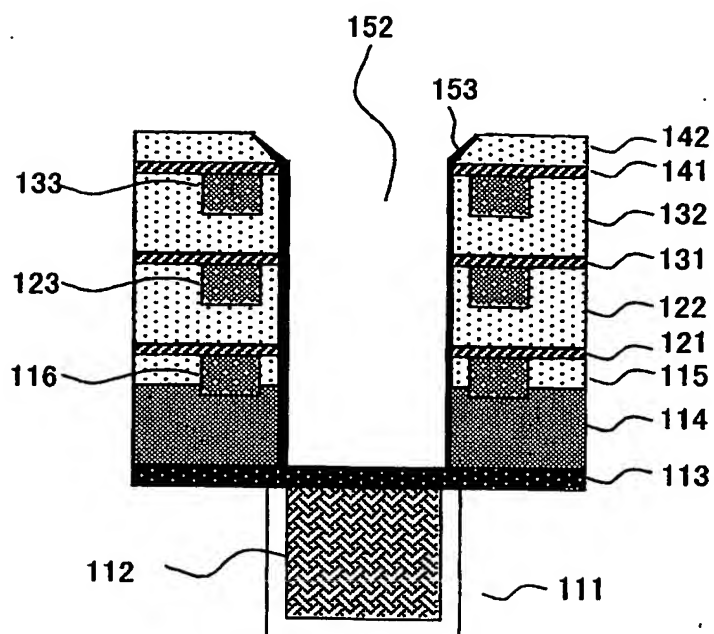
【図 16】



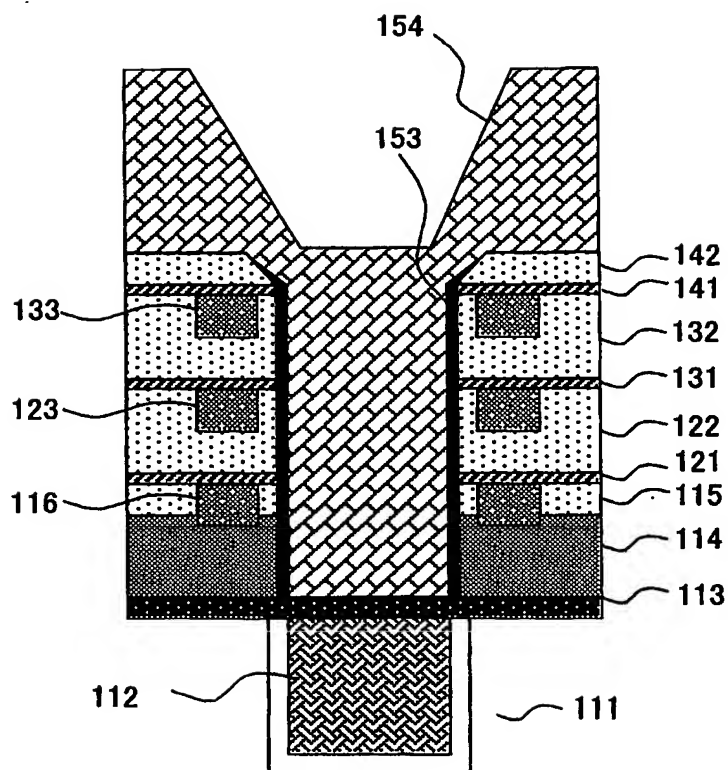
【図 17】



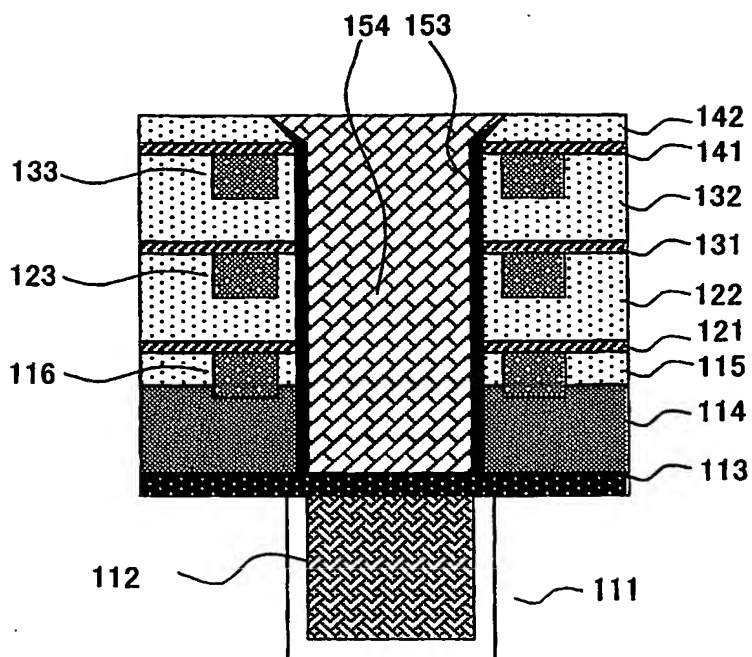
【図 18】



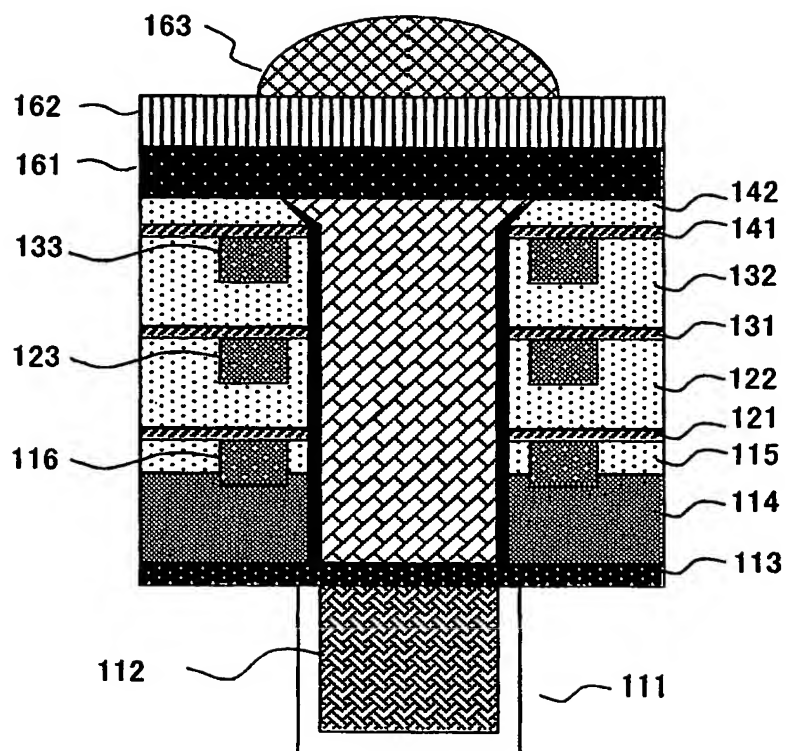
【図 19】



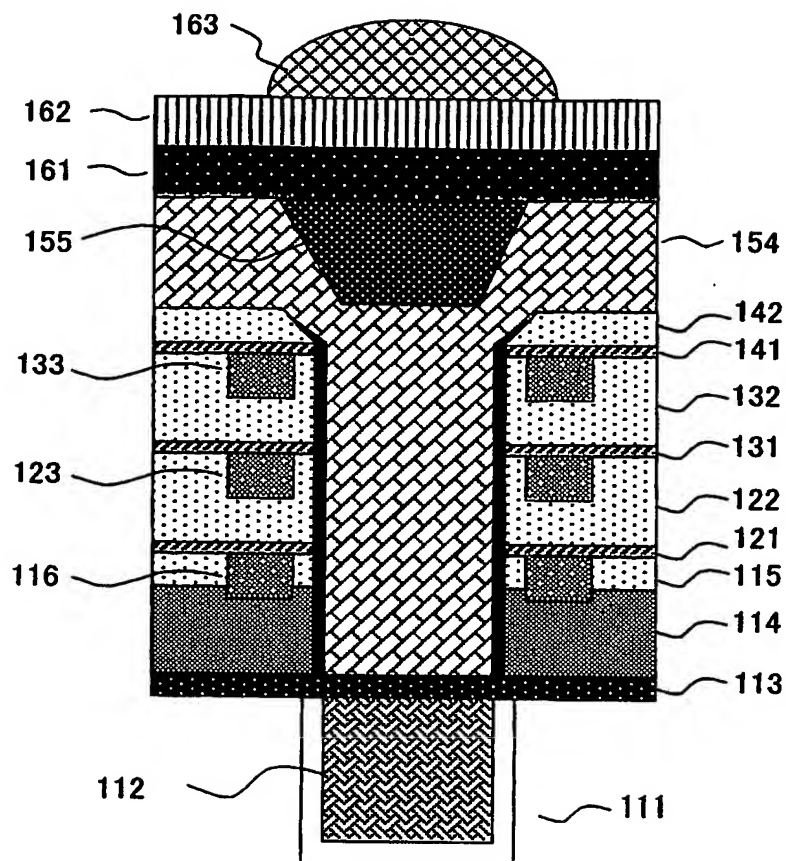
【図 20】



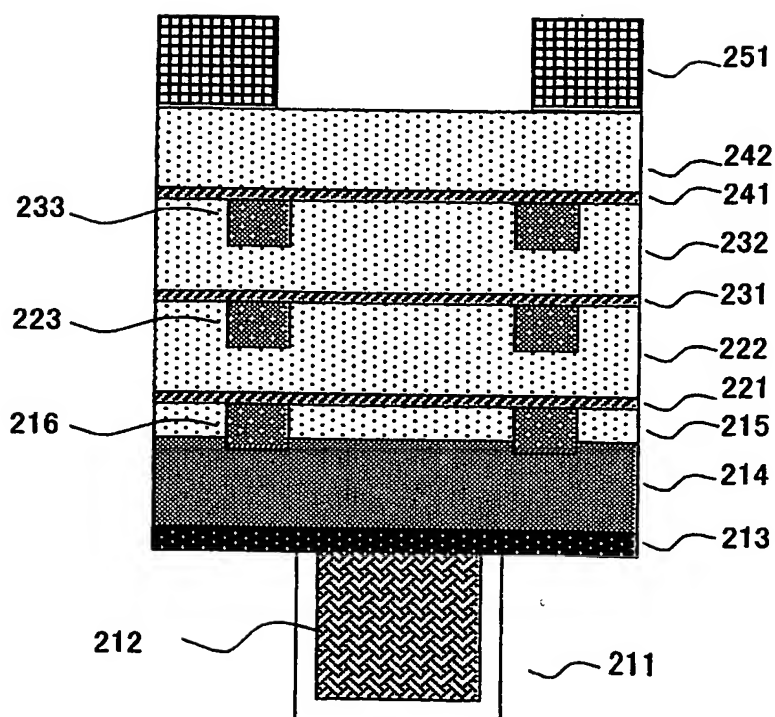
【図 21】



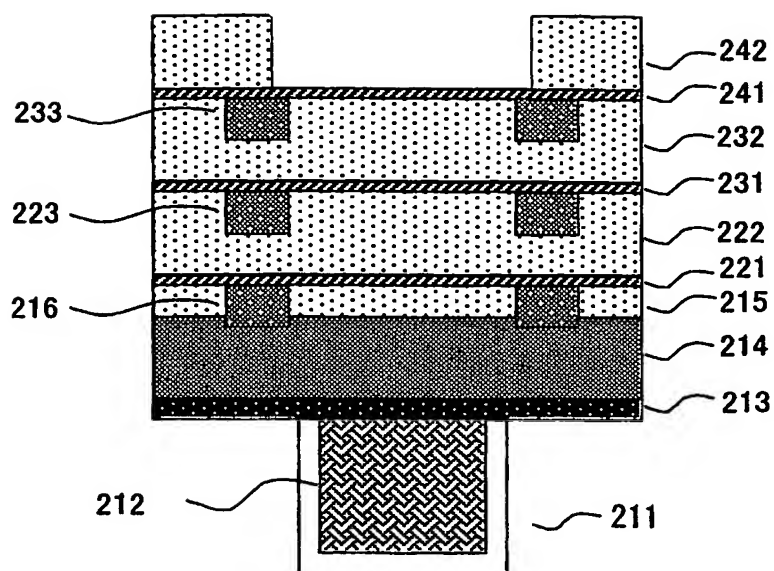
【図 2 2】



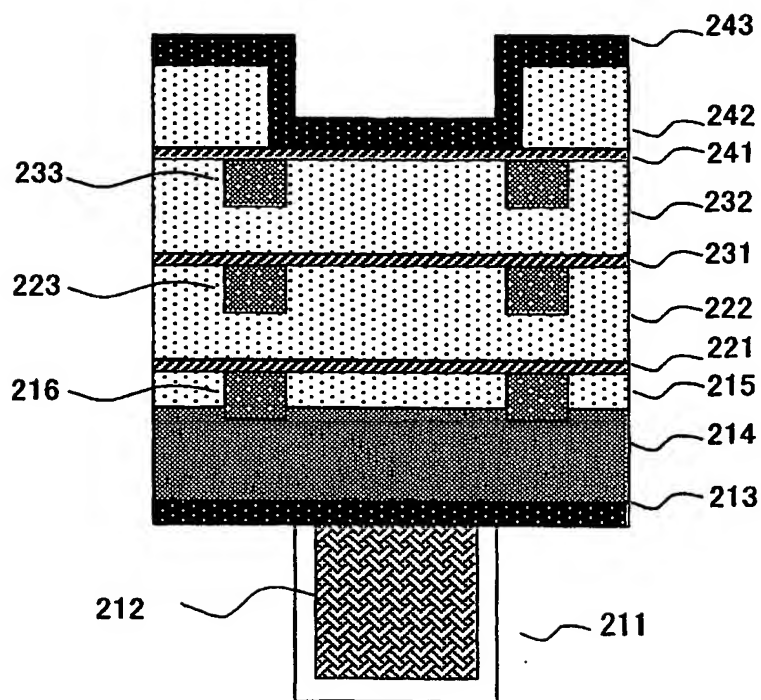
【図 2 3】



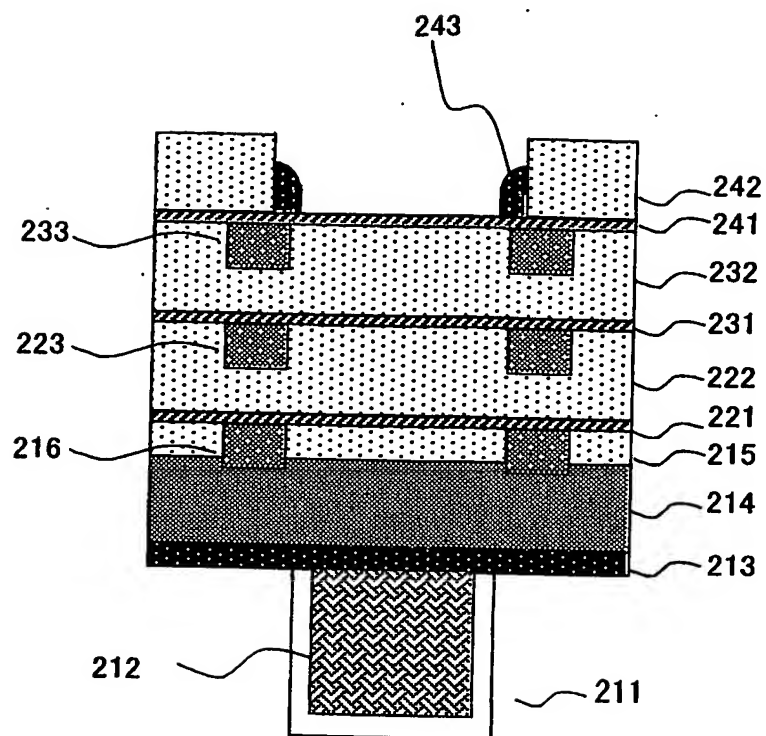
【図 24】



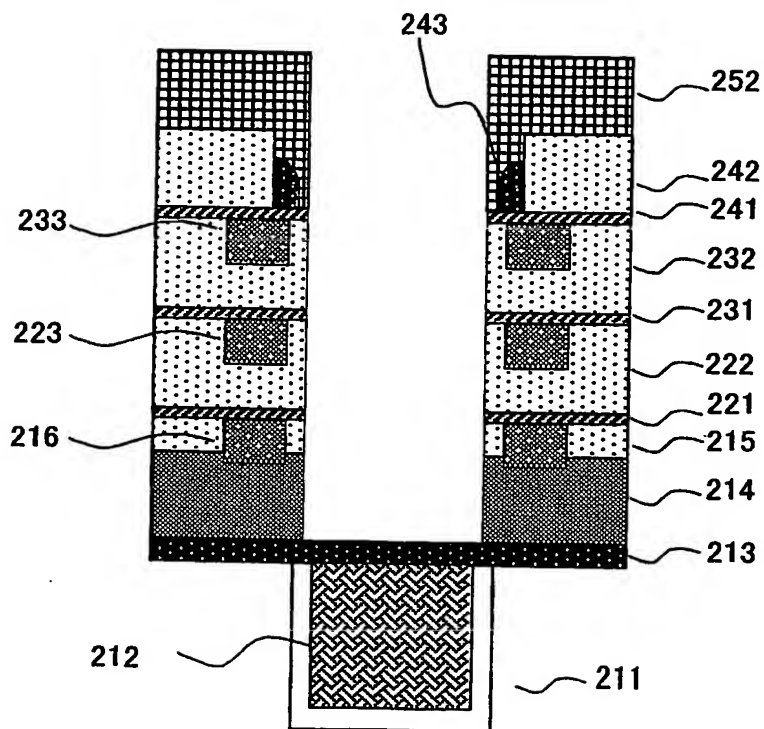
【図 25】



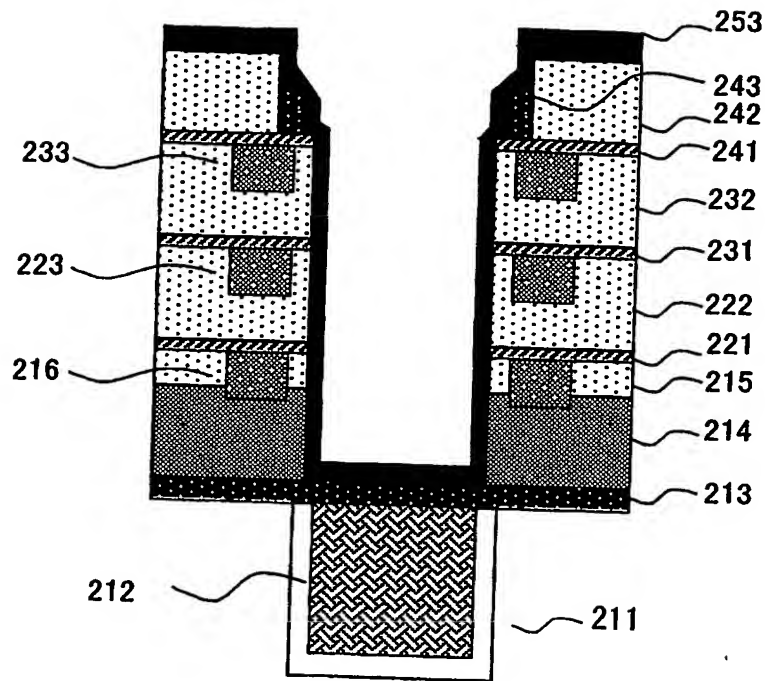
【図 26】



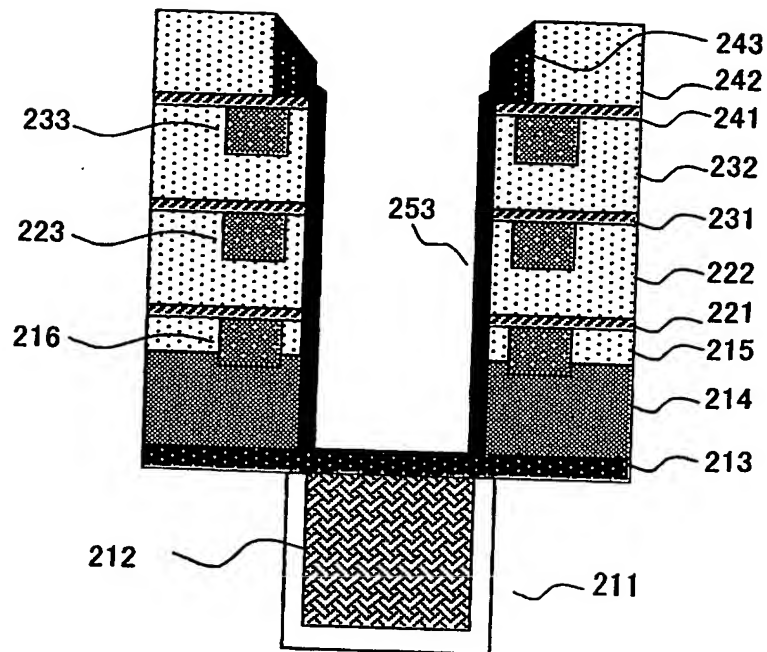
【図 27】



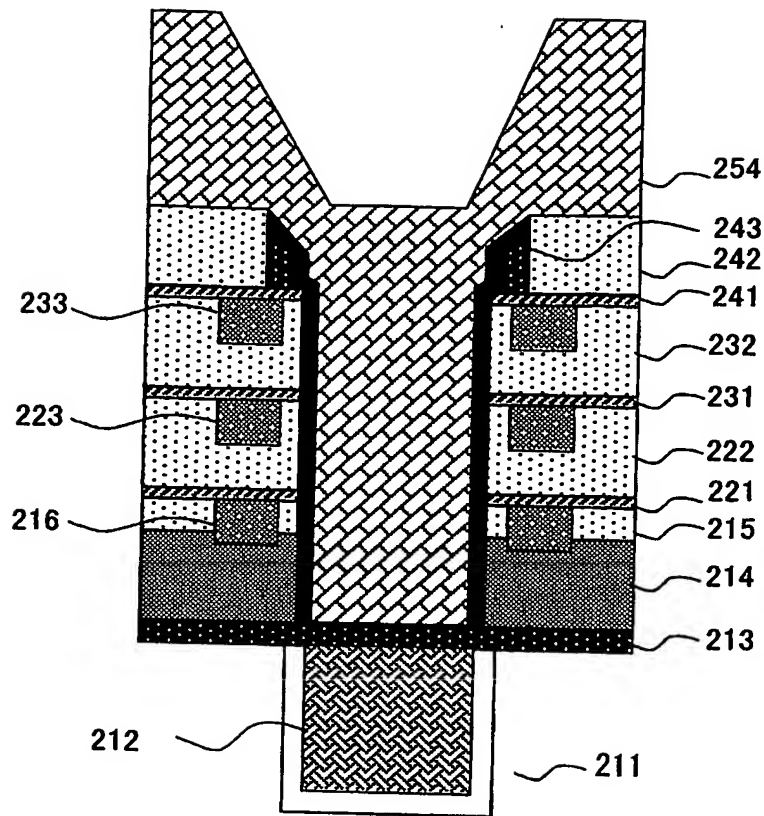
【図 28】



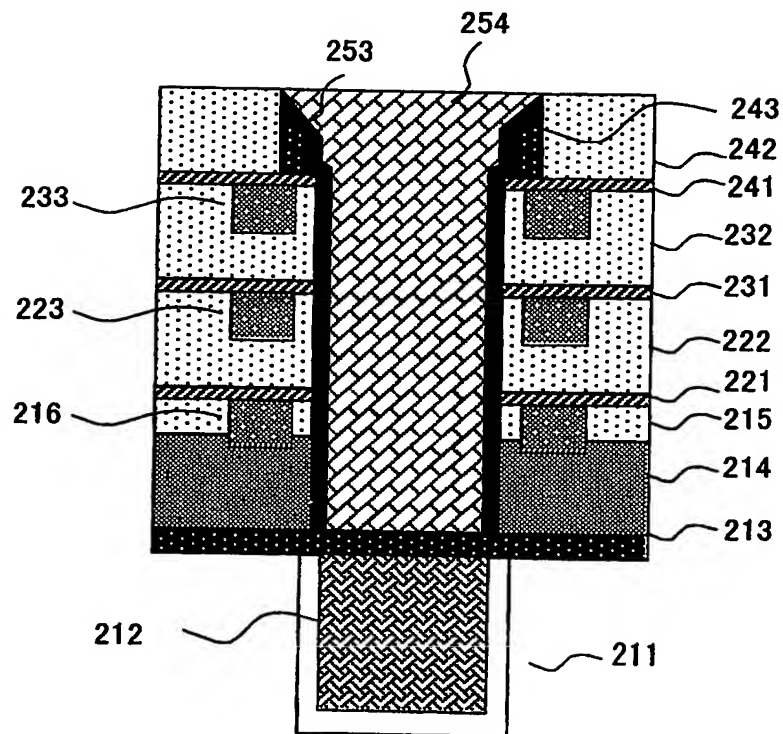
【図 29】



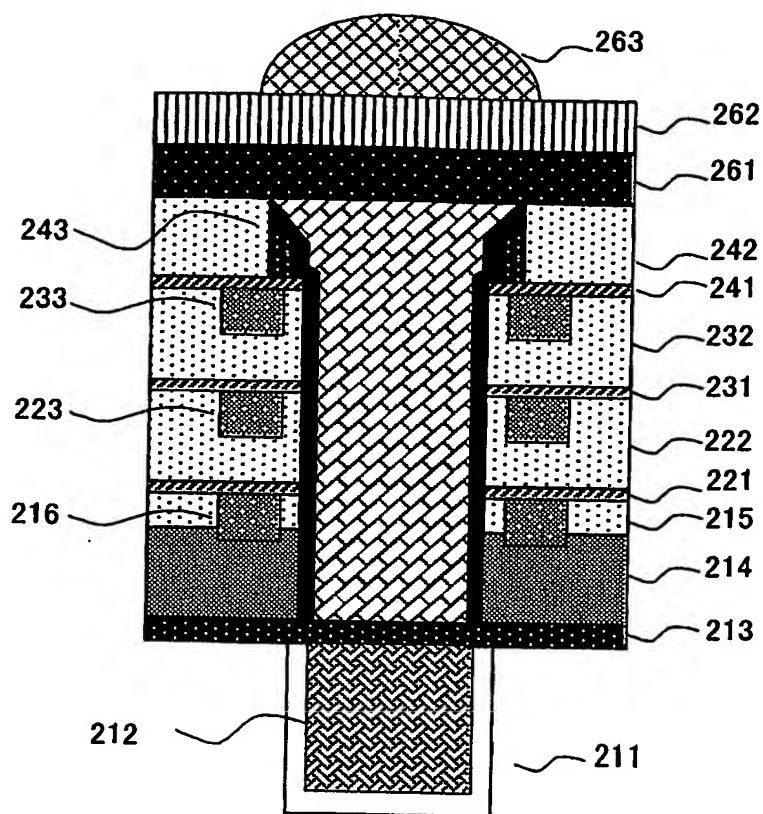
【図 30】



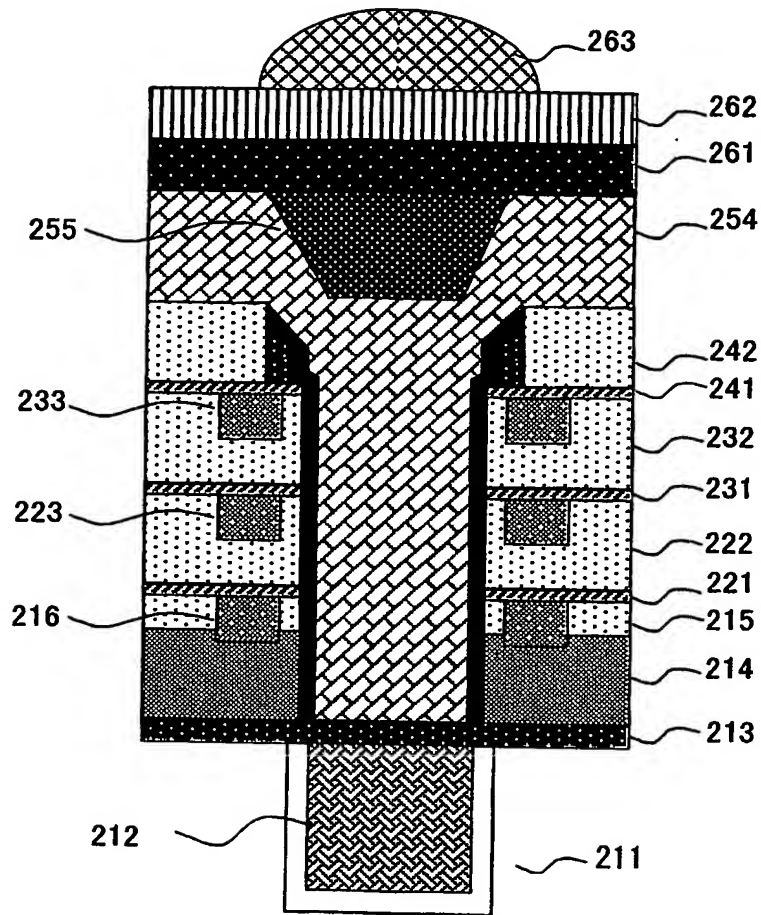
【図 31】



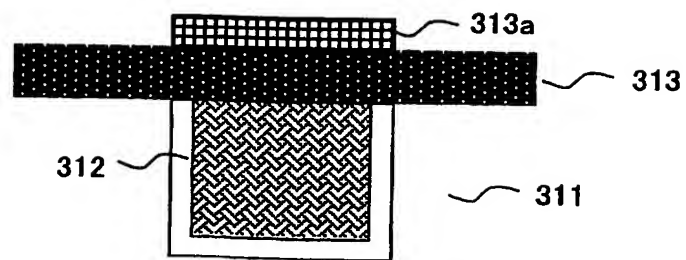
【図 3 2】



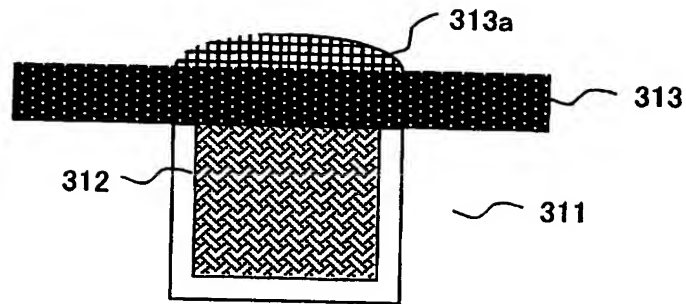
【図 3 3】



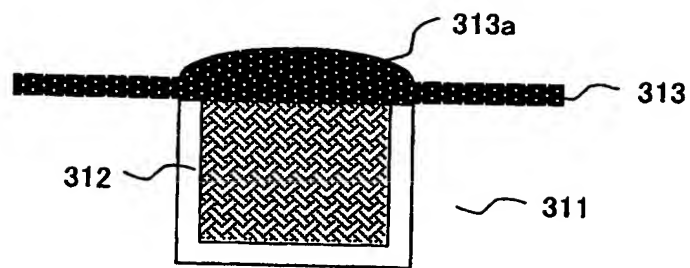
【図 3 4】



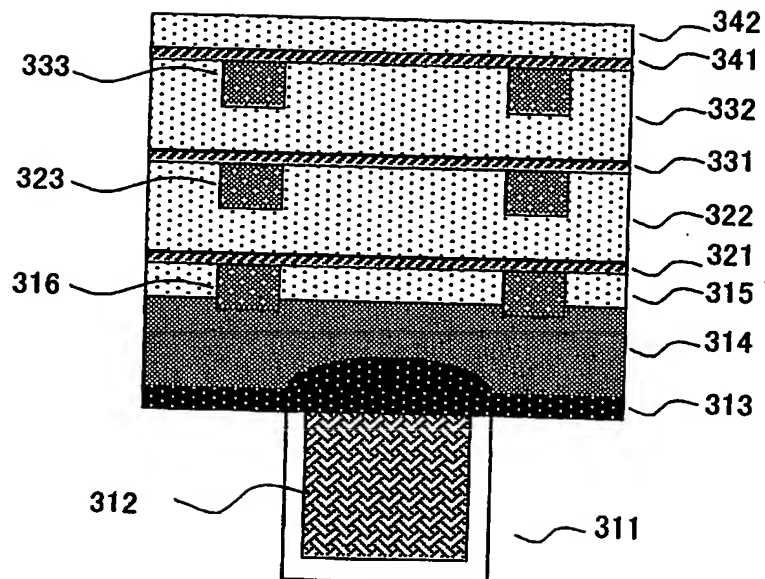
【図 3 5】



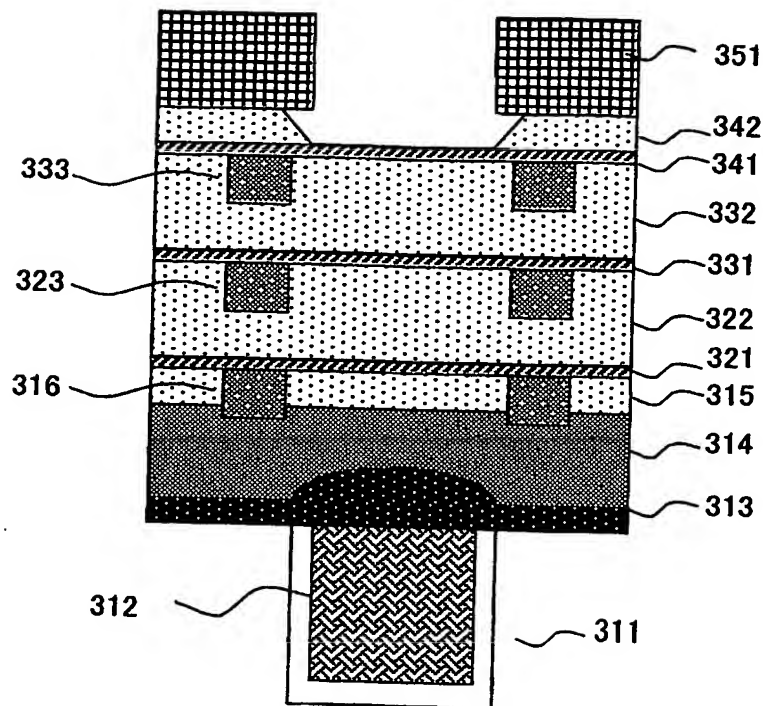
【図 3 6】



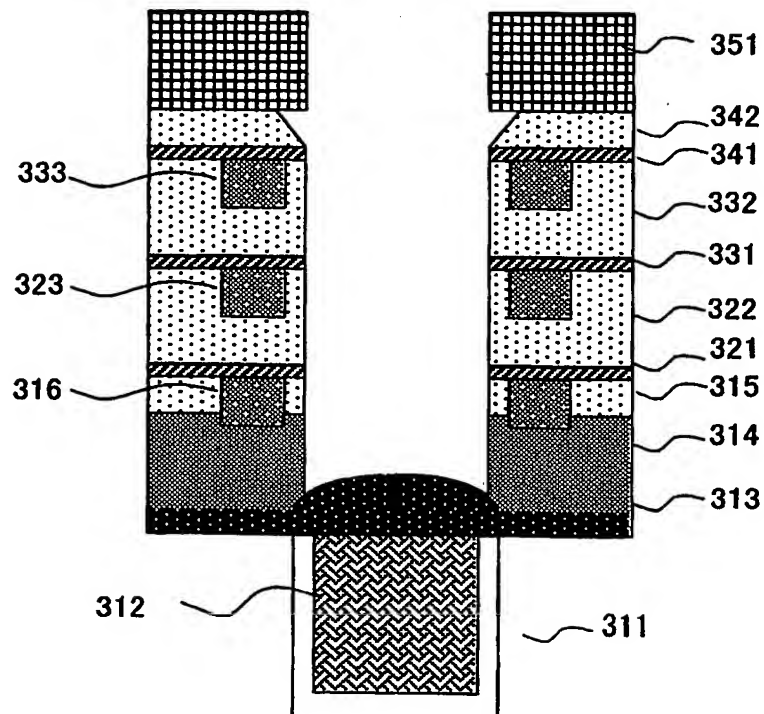
【図 3 7】



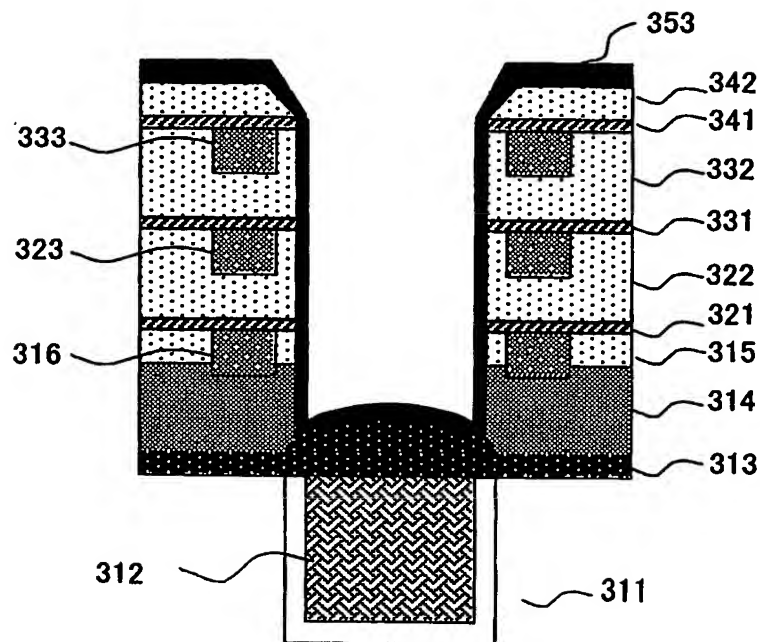
【図 38】



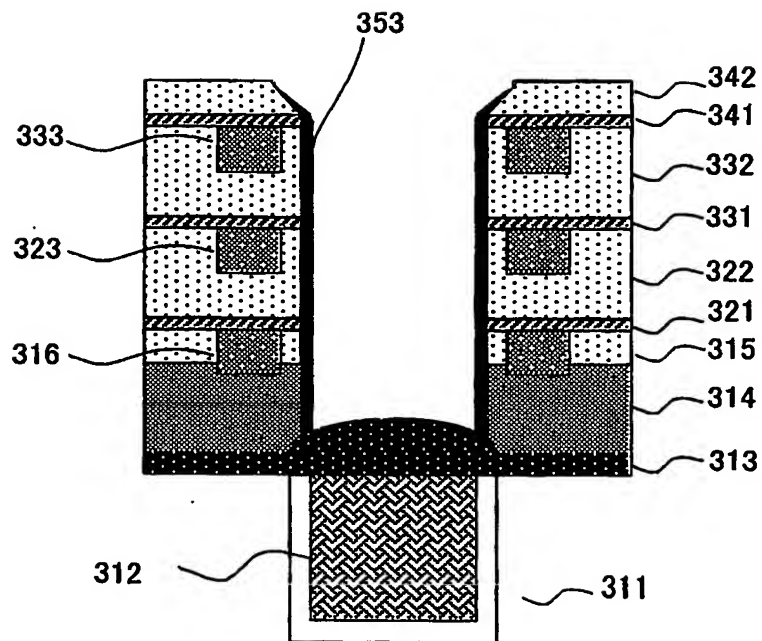
【図 39】



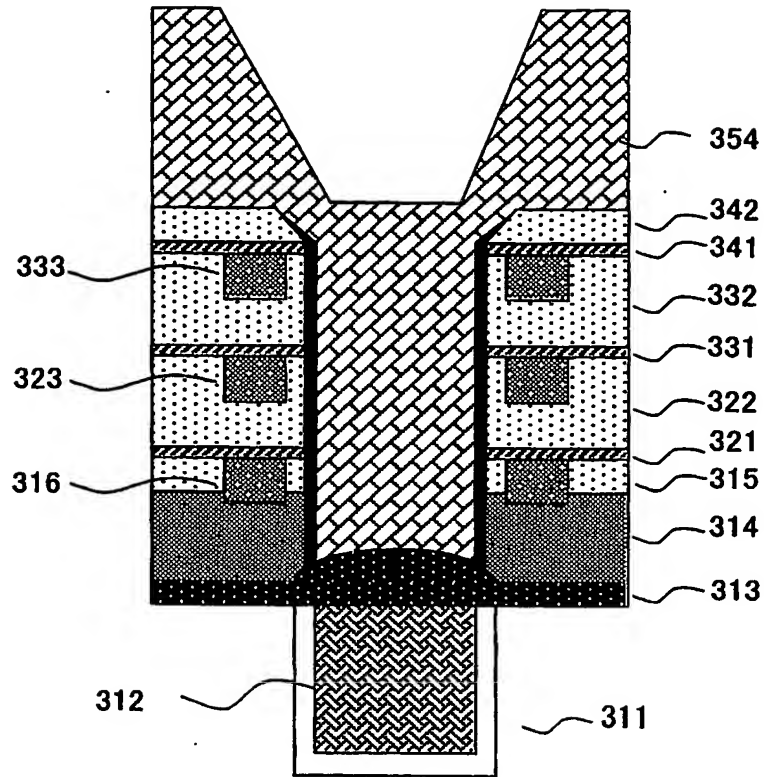
【図 40】



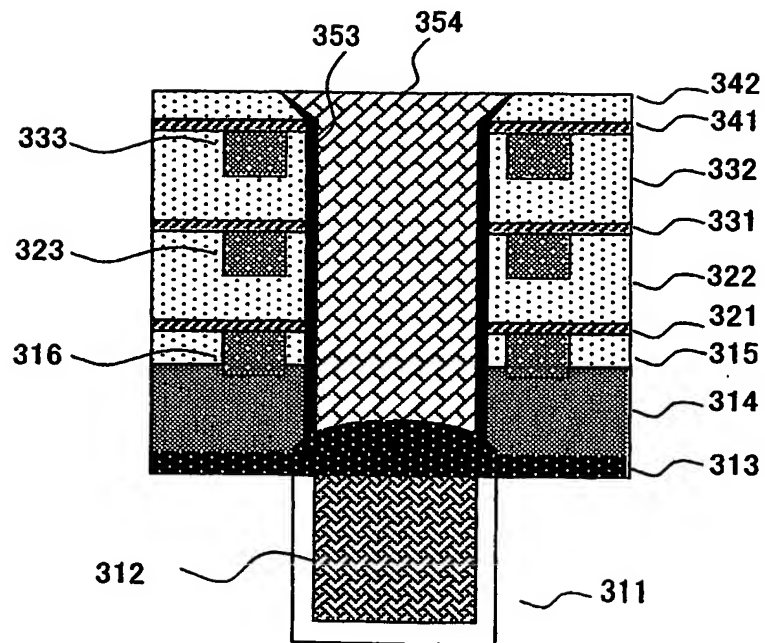
【図 41】



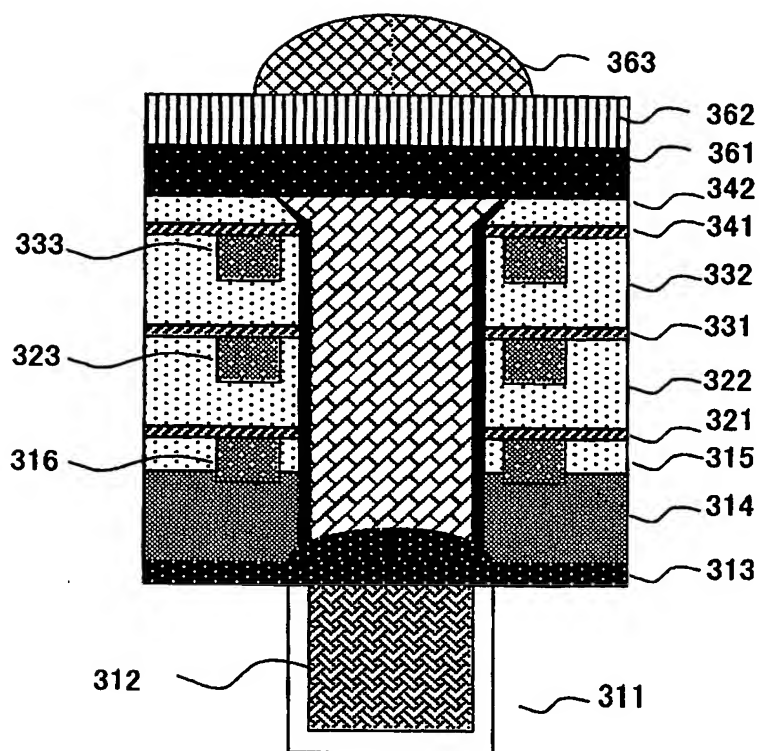
【図 4 2】



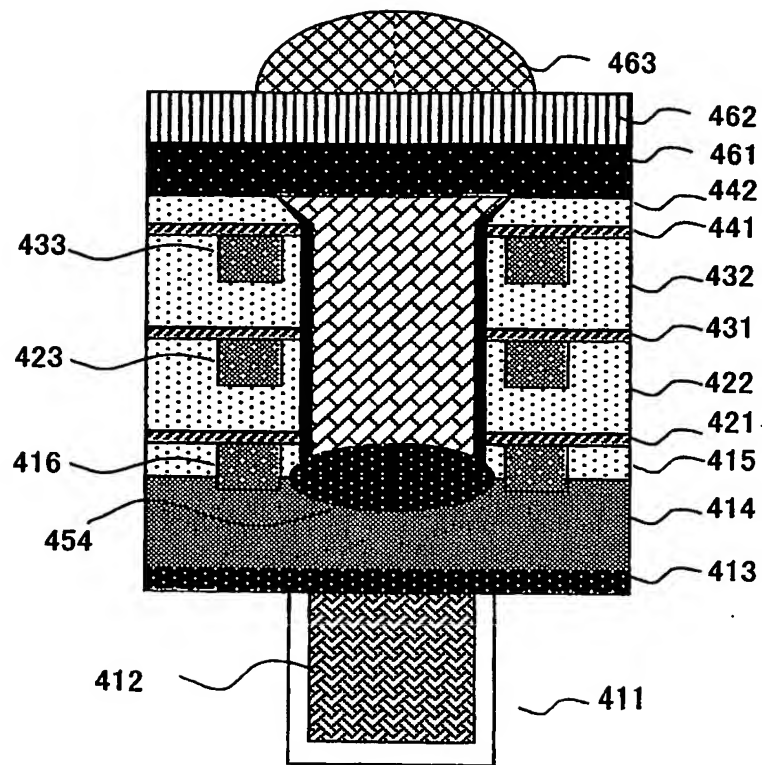
【図 4 3】



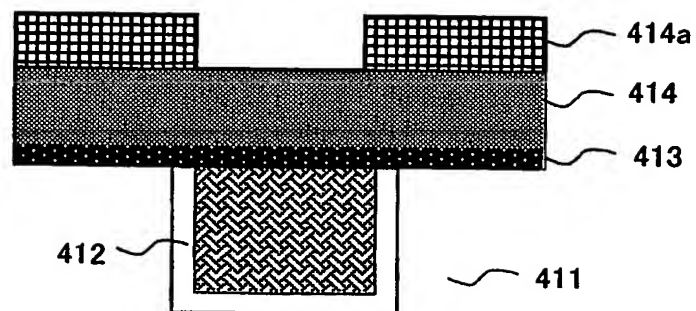
【図 44】



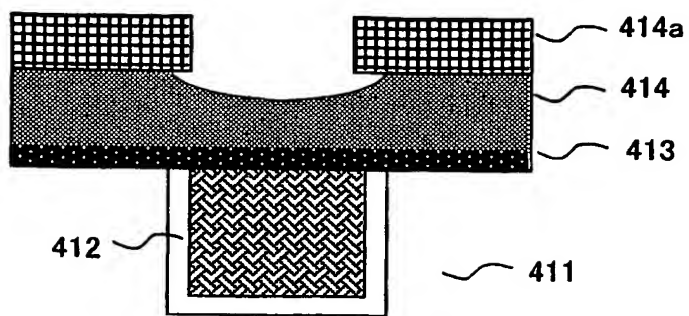
【図 4 5】



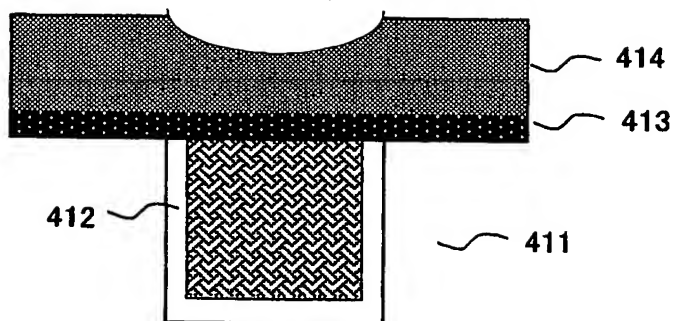
【図 4 6】



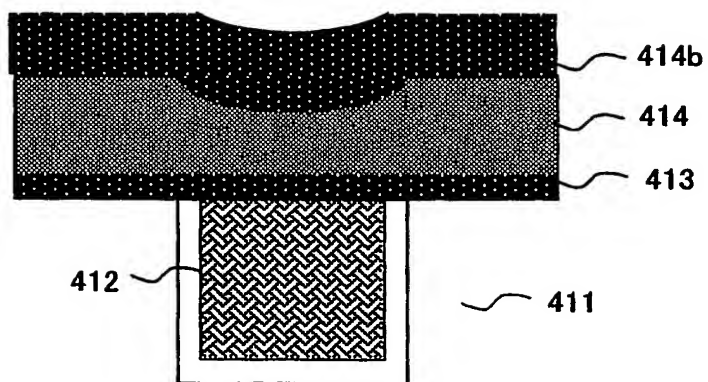
【図 47】



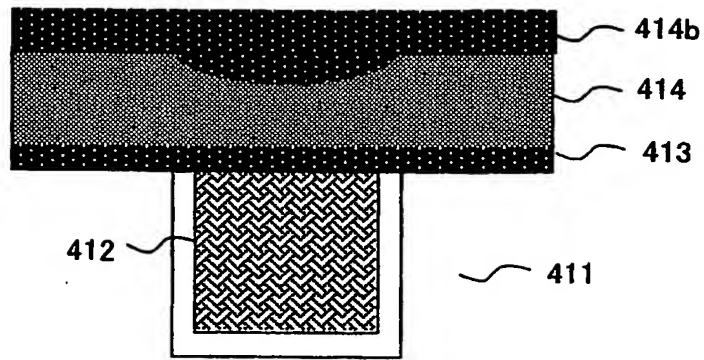
【図 48】



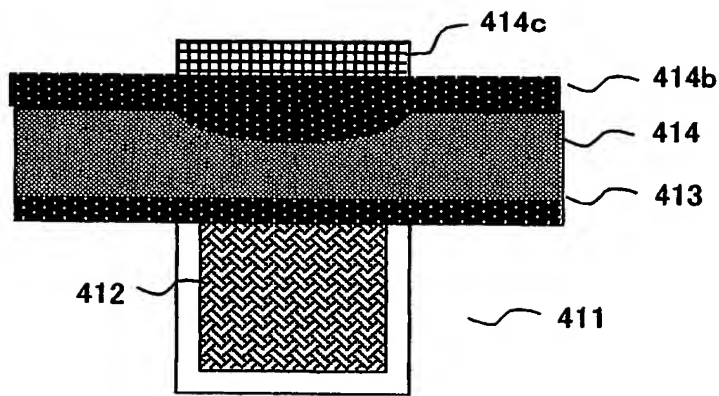
【図 49】



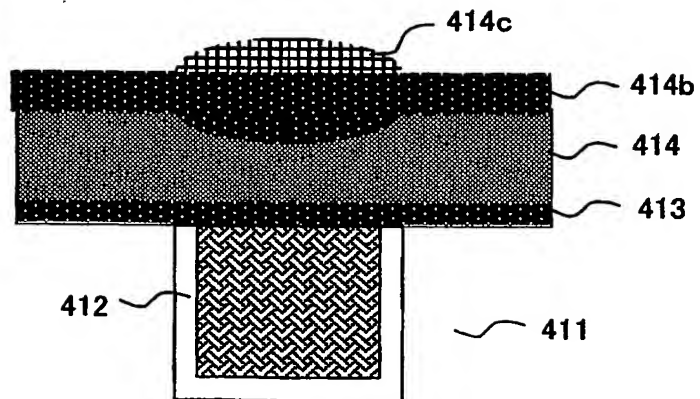
【図 5 0】



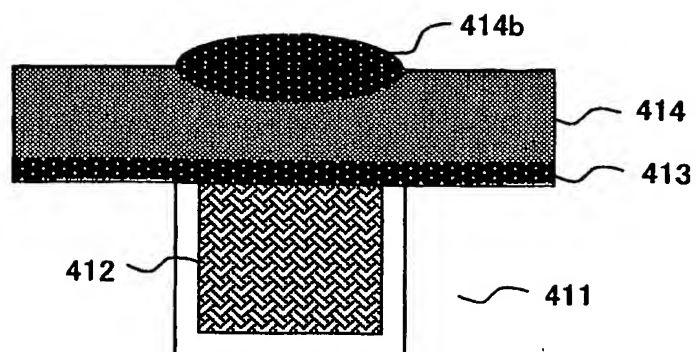
【図 5 1】



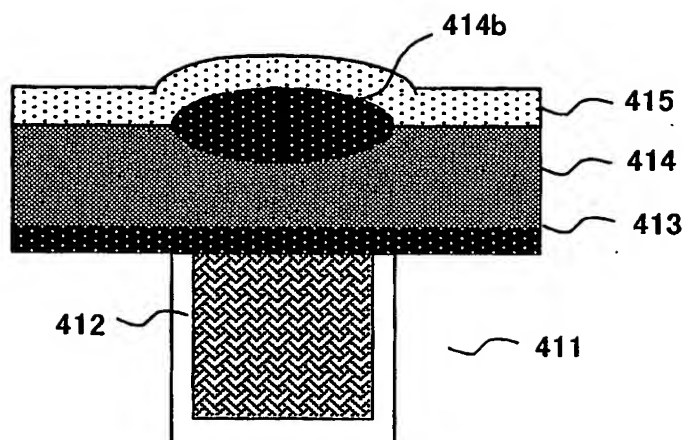
【図 5 2】



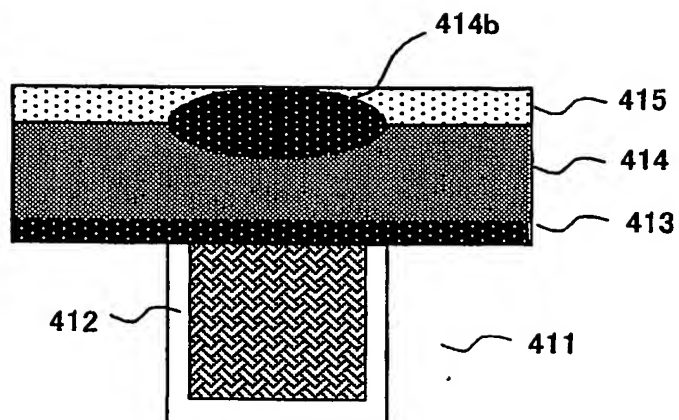
【図 5 3】



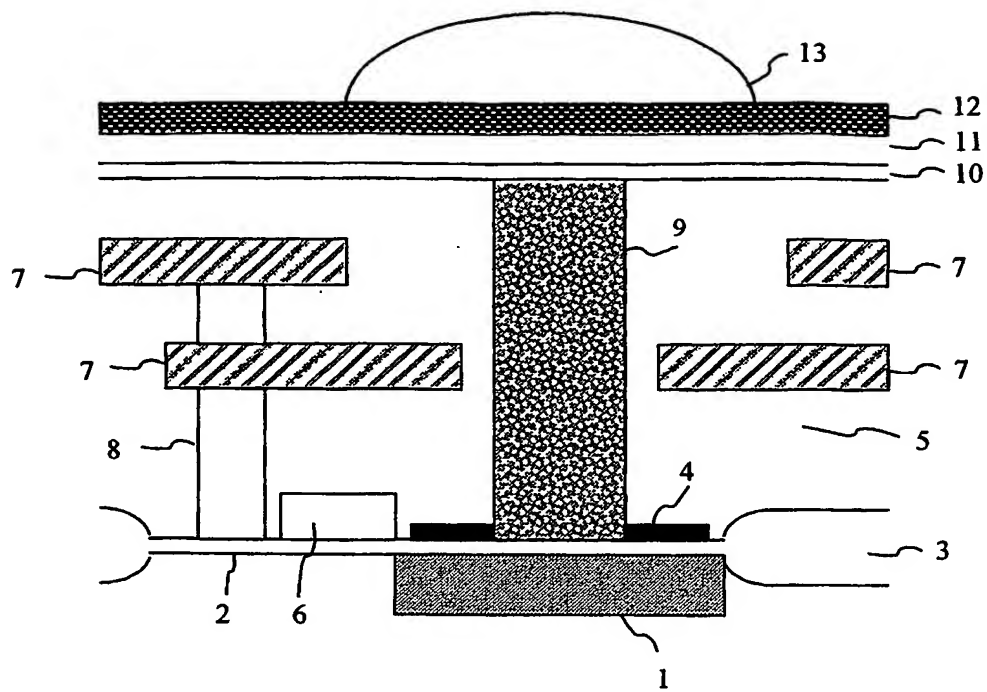
【図 5 4】



【図 5 5】



【図 56】



【書類名】 要約書**【要約】**

【課題】 導波路を構成する光透過性材料の埋め込み性を改善して、集光効率の向上を図り、また固体撮像素子の信頼性を確保する。

【解決手段】 光を受光して光電変換を行う受光部 1 と、その受光部 1 を備えた基体上を覆う絶縁膜 5 中に形成された光透過性材料からなる導波路 2 0 とを具備し、前記導波路 2 0 が外部からの入射光を前記受光部 1 まで導くように構成された固体撮像素子において、前記導波路 2 0 に、光の入射方向から見た平面形状の大きさが当該光の入射側の面から前記受光部側に向けて小さくなる順テーパー形状部を設ける。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2003-320920
受付番号	50301515732
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0094
作成日	平成 15 年 9 月 18 日

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】

000002185

【住所又は居所】

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 35 号

【氏名又は名称】

ソニー株式会社

【代理人】

申請人

【識別番号】

100086298

【住所又は居所】

神奈川県厚木市旭町 4 丁目 11 番 26 号 ジェン
トビル 3 階 船橋特許事務所

【氏名又は名称】

船橋 國則

特願 2003-320920

ページ: 1/E

出願人履歴情報

識別番号

[000002185]

1. 変更年月日

1990年 8月30日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都品川区北品川6丁目7番35号

氏 名

ソニー株式会社